

Міністерство освіти і науки України
**ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами

**Всеукраїнської науково-технічної
онлайн-конференції**

**молодих учених та студентів
«Еколого-енергетичні проблеми
сучасності»**

13-14 квітня 2023 року



ОДЕСА

2023

Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції
молодих учених та студентів
«Еколого-енергетичні проблеми сучасності»
Одеський національний технологічний університет
13-14 квітня 2023 р.
Міністерство освіти і науки України. – Одеса: 2023. – 98 с.

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень студентів, магістрів та аспірантів різних університетів і академій України.

Розглянуто наступні напрямки досліджень:

- Екологія. Технології захисту навколишнього середовища
- Теплофізика, наноматеріали та нанотехнології, нетрадиційна відновлювана енергетика, прикладна екологія
- Теплоенергетика, нафтогазова інженерія та технології

Рекомендовано до друку Вченою радою Одеського національного технічного університету,
протокол № 14 від 20 червня 2023 р.

Мова видання: українська, англійська

Відповідальний редактор: *Тітлов О.С.*, завідувач кафедри нафтогазових технологій,
інженерії та теплоенергетики, д-р. техн. наук, професор

*За достовірність інформації
відповідає автор публікації*

ISBN 978-617-8005-99-3

© Одеський національний технологічний університет, 2023 р.

СЕКЦІЯ 1

ЕКОЛОГІЯ. ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

ТЕХНОГЕННІ ВПЛИВИ НА ГЕОЛОГІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ПРИ ВИДОБУВАННІ НАФТИ І ГАЗУ

Бахшієв Ф.З., студент

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

В основу найбільш універсальної сучасної класифікації техногенних впливів на геологічне середовище В. Т. Трофимова та ін. і її розвитку (роботи В.С.Білецького, В.Г.Суярка) покладені природа впливу та його механізм. Відповідно до цього виділяються такі класи впливів: фізичний (в якому виділяються підкласи, зумовлені дією різних фізичних полів: механічного, гідромеханічного, гідродинамічного, термічного, електромагнітного, радіаційного, хвильового), фізико-хімічний, хімічний, біологічний.

Фізичний вплив – це перший і найбільший і різноманітний клас техногенних впливів на геологічне середовище, що складається з декількох підкласів.

У механічному підкласі виділяються наступні шість типів впливів: ущільнення і розущільнення, внутрішнє (тобто те, що відбувається без зміни рельєфу) руйнування масиву і впливи, що відбуваються з руйнуванням і перевідкладенням ґрунтів і призводять до зміни рельєфу, планування рельєфу, техногенна «акумуляція» (утворення позитивних форм) і «ерозія» (утворення негативних форм) рельєфу. Будівлі, споруди та автотранспорт ущільнюють, укотковують, трамбуєть ґрунт, будівельні роботи руйнують поверхневий (ґрунтовий) шар, свердловини руйнують гірські породи від поверхні до 12 км в глибину (з технологічною метою — як правило, до декількох кілометрів). Одним із важливих чинників є вплив механічного навантаження (утворюваних водоймами, щільними забудовами) на літосферну плиту, наслідком чого може бути наведена сейсмічність. Таким чином, верхні шари літосфери, які традиційно сприймаються як інертна частина екосистем, беруть активну участь у глобальному деформованому процесі й здатні реагувати навіть на малі по величині впливи (техногенні навантаження).

До підкласу гідромеханічних впливів, на відміну від попереднього, відносяться механічні впливи, здійснювані за допомогою гідромеханізмів. Ці дії в основному передаються безпосередньо на породи, рельєф і пов'язані з геодинамічними, але не передаються безпосередньо на підземні води. У цьому підкласі виділяється всього два типи: гідроакумуляція рельєфу (утворення позитивних форм) і гідроерозія (утворення негативних форм) рельєфу. Методами гідромеханізації розробляють незв'язні та зв'язні ґрунти (пісок, глину), крейду, сіль. Гідромеханічний вплив проявляється також в результаті витоків і промислових стоків на території родовища, а також при відкачці води з підземних горизонтів.

Підклас гідродинамічних діянь об'єднує власне гідродинамічні впливи на підземні води, на їх гідродинамічний режим. Вони впливають як на речові компоненти геологічного середовища (гірські породи і підземні води), так і на геодинамічні процеси. При цьому зміни рельєфу проявляються в результаті активізації геодинамічних процесів. До цього підкласу відносяться впливи двох типів: що ведуть до підвищення напору або рівня підземних вод, що ведуть до їх зниження. Гідродинамічне діяння на геологічне середовище передбачає ряд сучасних геотехнологій свердловинного видобування корисних копалин, зокрема, широко застосовуване заводнення — спосіб впливу на пласт при розробці нафтових родовищ, при якому підтримка і відновлення пластового тиску і балансу енергії здійснюються закачуванням води, та гідравлічний розрив пластів — нагнітання у породи великих кількостей води під великим тиском, що спричиняє радикальне збільшення тріщинуватості гірського масиву.

Термічні діяння зумовлені дією позитивних і негативних теплових полів. Це охолодження або навіпаки – нагрівання гірських порід при їх руйнуванні, нагрівання флюїдів для зміни їх реологічних властивостей. Також термічні діяння при закачуванні розчинів (розвідувальні та бурові свердловини). Теплові методи підвищення нафтовилучення застосовуються в покладах високов'язкої смолистої нафти, неньютонівської нафти, парафінистої нафти.

До електромагнітних техногенних впливів відносять впливи, здійснювані під дією електричних, магнітних або електромагнітних полів. Електромагнітний вплив зумовлюють також лінії електропередач, наслідком може стати порушення функцій головного мозку і психіки людей, руйнування їх імунної системи. Електромагнітне діяння широко застосовується при каротажі свердловин. Випробування підтвердили можливість підвищення дебіту нафтових свердловин шляхом впливу на пласт височастотного електромагнітного поля.

Електричне діяння застосовується про каротажі свердловин. Технологія електричної обробки свердловин призначена для зниження обводненості на видобувних нафтових свердловинах, відновлення їх продуктивності, відсічення газових конусів, а також для відновлення характеристик нагнітальних свердловин.

Підклас радіоактивних діянь об'єднує впливи, викликані радіацією. Вони впливають лише на речові елементи геологічного середовища (гірські породи і підземні води). У цьому підкласі також виділяються два типи впливів — радіаційне забруднення та радіаційне очищення компонентів геологічного середовища.

Хвильове діяння застосовується про каротажі свердловин (акустичний каротаж), а також як метод для підвищення нафтовилучення.

У фізико-хімічний вплив об'єднані техногенні впливи на компоненти геологічного середовища фізико-хімічної природи, тобто зумовлені різними поверхневими фізико-хімічними явищами і поглинальною здатністю порід (адсорбцією, дифузією, осмосом, капілярними явищами, розчиненням і т. д.). Ці явища впливають лише безпосередньо на речові елементи геологічного середовища. Фізико-хімічний вплив проявляється, зокрема, при прокладанні нафтопроводів, трубопроводів і асфальтових доріг, в геотехнологіях підвищення нафтовилучення, підземного розчинення корисних копалин тощо.

Клас хімічного впливу включає в себе дії хімічної природи, обумовлені хімічною взаємодією різних речовин і компонентів геологічного середовища — порід і реагентів, порід і підземних вод. Хімічні діяння поширюються лише на речові компоненти геологічного середовища та безпосередньо не впливають на рельєф і геодинамічні процеси.

У клас біологічних впливів об'єднують техногенні впливи мікробіологічної природи, які цілеспрямовано або мимоволі викликаються людиною. Біологічні техногенні впливи впливають тільки на речові елементи геологічного середовища: гірські породи і підземні води і не впливають безпосередньо на рельєф і геодинамічні процеси.

Комбінований вплив — одночасний вплив ряду чинників на геологічне середовище. Приклад — реагентно-гідроімпульсна віброструминна обробка нафтових свердловин — спосіб збільшення нафтовидобутку свердловин. Технологія реалізується за допомогою віброструминного декольматора, що руйнує кольматаційні утворення закачуванням в привибійну зону кислот або інших реагентів шляхом багаторазових гідравлічних ударів і виносу на поверхню продуктів реакції. Технологія призначена для комбінованої обробки свердловин в низькопроникних високоглинистих колекторах, а також колекторах середньої і навіть високої проникності, фільтраційні характеристики яких значно — на порядок і більше — знижені в процесі буріння, первинного розкриття пласта або експлуатації свердловини.

Інформаційні джерела

1. Білецький В.С., Екологічна безпека у нафтогазовій промисловості: конспект лекцій / Білецький В.С., Суярко В.Г. Сіренко В.І., Фик М.І., Орловський В.М. (за ред. Фик І.М.) – Х.: НТУ «ХПІ», 2021. – 175 с.
2. Трофимов В. Т., Королев В. А., Герасимова А. С. Классификация техногенных воздействий на геологическую среду // Геоэкология. — 1995. — № 6.
3. Білецький В. С. Класифікація техногенних впливів на геологічне середовище. Нафтогазова інженерія. — Число 2, 2017. — С. 27—34.

Науковий керівник – Білецький В.С., доктор технічних наук, професор Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЙМ СИНТЕТИЧНИМИ ПОЛІМЕРАМИ

Войницька І. Г. студентка факультету НГ та Е, Попова О.О. викладач,
Гаркович О.Л. к.б.н., доцент
Одеський національний технологічний університет

У сучасному світі забруднення водойм синтетичними полімерами є однією з найактуальніших екологічних проблем. Невелика маса, корозійна стійкість, міцність, інертність та довговічність роблять їх придатними для виробництва широкого спектру виробів. Однак масове споживання та короткий час використання призводять до помітного накопичення полімерних відходів. З другої половини ХХ ст. спостерігається щорічне зростання попиту на пластикові вироби, що складає нині 300 млн т/рік, з яких 2/3 припадає на паковальні матеріали і предмети одноразового використання. Основна частина пластикових відходів після використання потрапляє в навколишнє середовище, зокрема у водні екосистеми. При цьому процес повного розкладання пластику в природних умовах може тривати сотні і тисячі років [1, 2].

Джерел пластмаси у навколишньому середовищі багато, але пряме забруднення морів відбувається через муніципальні відходи, рекреаційне та комерційне рибальство. Пластикові відходи накопичуються також у результаті туристичної діяльності, через роботу морських флотів та причалів, від нафтопромислових об'єктів, розташованих поблизу водних екосистем. Відповідно до розмірів полімери класифікуються на мегапластики розміром більше 100 мм, макропластики (20-100 мм), мезопластики (5-20 мм) і мікропластики (< 5 мм) [2, 3].

Мікропластики становлять найбільшу екологічну небезпеку для довкілля. Мікропластик, що забруднює природні води, можна розділити на дві підгрупи – первинний і вторинний. Первинний – вироби або частинки промислового виробництва – від гранул, призначених для виробництва пластмас до сферичних або аморфних частинок синтетичних полімерів, що використовуються при виробництві лікарських, гігієнічних і косметичних засобів (загусники, регулятори в'язкості, плівкоутворювачі, скраби тощо). Вторинний – текстильні мікрОВОлокна, абразивні матеріали лакофарбової промисловості і фрагменти більш великих пластикових предметів. Це частинки пластику, які піддаються процесам фрагментації чи фотодеградації як у морі, так і на суші. Джерелами цього мікропластику є продукти розпаду пластикових пакетів, одноразового посуду, питних пляшок. Через низьку щільність полімерів, яка для різних сполук має свої значення і змінюється в діапазоні щільності води, пластик легко виноситься з водозбірної площі територій у озера і річки, а потім – у моря і океани. Згідно із статистичними даними, близько 60% відходів, які знаходяться у водних об'єктах представлено пластиком. Понад 80% джерел попадання пластикових відходів у водне середовище доводиться на берегові або сухопутні джерела [2].

За даними, зібраними організацією по збереженню морського середовища Surfers Against Sewage, маса пластику в Світовому океані перевищить сумарну масу риб до 2050 року. Щорічно у водні об'єкти потрапляє від 5 до 13 млн тонн пластикових відходів. Значні скупчення пластику знаходять навіть у самих віддалених куточках світу – на незаселеному тихоокеанському кораловому острові Хендерсон і на узбережжях Арктики і Антарктики [4].

Мікропластик, що забруднює морські екосистеми, негативно впливає на біоту. Відомо, що проковтування є найбільш вірогідною взаємодією між морськими організмами та мікропластиком. Найбільш вразливими є представники пелагічних та абісальних екосистем. Деякі організми можуть споживати мікропластик, приймаючи його за здобич або вибірково харчуватися ним замість їжі. Лабораторні та польові дослідження показали, що мікропластик помилково приймають за їжу різні тварини, включаючи птахів, риб, черепах, ссавців та

безхребетних. Наприклад, у шлунках кальмарів Гумбольдта були виявлені пластикові гранули. Цей великий хижий головоногий живиться зазвичай на глибині від 200 до 700 м. Кальмари могли харчуватися безпосередньо гранулами або організмами, які вже містили гранули пластику в своїй травній системі [6, 7].

Важливо також розглянути вплив мікропластичного забруднення на здоров'я людини. За підрахунками експертів, люди по всьому світу вживають близько 5 г мікропластика щотижня [7]. Якщо людина споживає рибу або інші морські продукти, що містять мікропластик, то це негативно впливає на її здоров'я. Крім того, мікропластик потрапляє у воду, яку люди використовують для пиття та інших потреб. Полімери діють комплексно. З шлунку і кишківника вони потрапляють у кров і розносяться по всьому організму, накопичуючись в печінці, нирках і інших органах. Потрапивши в легені, можуть викликати механічні пошкодження і запальні реакції. Загалом, накопичуючись в організмі, мікропластик призводить до розвитку новоутворень, мутацій клітин, змін гормонального складу [7]. Більш того, відповідно до досліджень, відходи синтетичних полімерів можуть викликати такі проблеми зі здоров'ям, як збільшення ризику розвитку онкології, проблеми з репродуктивною, імунною системами.

Можливими шляхами вирішення даної проблеми може бути: заборона на використання первинного мікропластику в косметичній продукції та скорочення використання у інших галузях; використання біополімерів, що швидко і відносно безпечно асимілюються довкіллям; сортування побутових відходів населенням та вторинна переробка; механічне очищення стічних зливових вод перед їх скиданням у водні об'єкти.

Отже, сьогодні забруднення водойм синтетичними полімерами, а саме мікропластиком, є актуальною екологічною проблемою. Зазвичай, мікропластик важко помітити неозброєним оком, він легко переноситься вітром і проходить системи фільтрації, його охоче поїдають тварини, в результаті чого синтетичні полімери накопичуються в їх організмі і передаються по харчовому ланцюжку аж до людини. Всі ці властивості мікропластику становлять значну небезпеку як для окремої людини, так і для екосистеми в цілому, тому вже зараз необхідно розробляти та впроваджувати негайні заходи задля вирішення цієї проблеми.

Інформаційні джерела

1. Cole M., Lindeque P., Halsband C., Galloway T. S. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine pollution bulletin*. 2011. V. 62, №12. P. 2588–2597.
2. Barnes D.K., Galgani F., Thompson R.C., Barlaz M. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2009. 364(1526), P. 1985-1998.
3. Li C., Gan Y., Zhang C., He H., Fang J., Wang L., Wang Y., Liu Y. "Microplastic communities" in different environments: Differences, links, and role of diversity index in source analysis. *Water Research*. 2020. V. 188. P. 116574.
4. Hosseini R., Sayadi M., Aazami J., Savabieasfehiani M. Accumulation and distribution of microplastics in the sediment and coastal water samples of Chabahar Bay in the Oman Sea. *Marine pollution bulletin*. 2020. V. 160. P. 111682.
5. Abrusci C., Pablos J.L., Corrales T., Lopez-Marin. Biodegradation of photodegraded mulching films based on polyethylenes and stearates of calcium and iron as prooxidant additives. *Int. Biodeter.* 2011. N 65. P. 451–459
6. Jambeck J.R., Geyer R., Wilcox C., Siegler T.R., Perryman M., Andrady, A., Law K.L. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*. 2015. 347 (6223). P.768-771
7. Mizukawa K., Takada H., Takeuchi I., Ikemoto T., Omori K., Tsuchiya K. Bioconcentration and biomagnification of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) through lowertrophic-level coastal marine food web. *Marine Pollution Bulletin*, 2009 58(8). P. 1217-1224.

НЕОБХІДНІСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПІДХОДУ ПРИ ЗАБРУДНЕННІ ВОДОЙМ

Кононенко А.О., Рязанов А.О., Журавська Н.Є.

Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Київ

Водні ресурси мають здатність піддаватися змінам та негативному впливу з боку як природи так і людини. В процесі забруднення вони стають непридатними для життя організмів та їх функціонування. Забруднені води не використовують ні в побутових цілях, ні на підприємствах. Забруднення вод призводить до скорочення їх запасів, а це є одним з факторів погіршення екологічної рівноваги. Тому перед людством стоїть важливе завдання, а саме охорона гідросфери та збереження біосферної рівноваги на Землі [1-7].

У світовій практиці існує таке поняття, як менеджмент довкілля. Його завдання полягає в найбільш ефективному і раціональному підході, розробки заходів, спрямованих на збереження навколишнього середовища і вирішування екологічних проблем. З точки зору менеджменту, моніторинг гідросфери являє собою ряд спостережень, збору й опрацюванню даних про стан водних об'єктів, передбачення та розробка науково обґрунтованих рекомендацій з метою прийняття управлінських рішень, які мають відобразитись на стані води, в поєднанні з рішенням питань екологічної безпеки може використовуватись синергією для більш досконалого та ґрунтового заходу. Основною метою системи спостереження та моніторингу вод і контролю за її чистотою є отримання інформації про якість води та оцінки змін її якості внаслідок дії як природних, так і антропогенних факторів (впливу людини на водні об'єкти) [1, 5].

Напрямки екологічної безпеки мають розвиток та широке розповсюдження в напрямках стану захищеності від негативних впливів внутрішнього та зовнішнього середовища та здатності швидко усунути загрози, забезпечити своє функціонування на основі екологічно орієнтованих техніко-технологічних та управлінських інновацій, що може мати наслідки зменшення чи в загальні недопущення нанесення шкоди навколишньому природному середовищу, життю та здоров'ю людей. Таким чином, екологічну безпеку можливо розглядати в напрямках захищеності довкілля, захисту від впливу антропогенної діяльності виробництва та підприємств, захищеність них від екологічних загроз [1, 5].

Наразі в Україні активно діють заходи влади для запобігання незаконному забрудненню вод. Наприклад, зараз відбувається збільшення розміру ставок екологічного податку за викиди забруднюючих речовин у водні об'єкти. ДПС в Одеській області вважає доцільним акцентувати увагу платників екологічного податку, які здійснюють скиди забруднюючих речовин у водну, що ставки екологічного податку за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти з 01.01.2023 року суттєво підвищилися. Так, п. 37 підрозділу 5 розділу XX «Перехідні положення» ПКУ встановлено, що за податковими зобов'язаннями з екологічного податку, що виникли з 1 січня 2023 року до 31 грудня 2023 року включно, ставки податку становлять 60 відсотків ставок, передбачених п. 245.1 і 245.2 ПКУ [3].

Таким чином, необхідність комплексного підходу при забрудненні водойм є запорукою для перетворення напрямків в економіці які повинні здійснюватися з врахуванням екологічних складових, адже сучасне зародження нових економічних зв'язків, циркулярна економіка, період трансформацій економіки, є найбільш необхідним для основ еколого-орієнтації в напрямку закону «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» та «Водного кодексу України» [5, 6, 7].

1. Особливості організації централізованого водопостачання населення у західному регіоні України
2. Оцінка біогенного забруднення поверхневих водойм Полтавської ОБЛАСТІ. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2016/01/21.pdf> (Дата звернення 28.03.2023).
3. Головне управління ДПС в Одеській області, “Щодо збільшення відсотка щорічного підвищення ставки екологічного податку за скиди забруднюючих речовин у водні об’єкти. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://od.tax.gov.ua/media-ark/news-ark/645917.html> (Дата звернення 28.03.2023).
4. Національна доповідь. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://dea.edu.ua/img/source/Biblioteka/%D0%9D%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%20%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%8C%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%20%D1%81%D1%82%D0%B0%BD%20%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%88%D0%BD%D1%8C%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B0%20%D0%B2%20%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D1%96%20%D1%83%202018%20%D1%80%D0%BE%D1%86%D1%96_.pdf (Дата звернення 28.03.2023).
5. Журавська Н.Є. Функціональна впорядкованість для систем екологічного менеджменту промислово-виробничих об’єктів в умовах отримання і використання омагніченної води. Економічний журнал «Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин». – Вип. 35. Економічний. Ч. 2. – К.: КНУБА, 2017. - С. 286-294.
6. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року». - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (Дата звернення 28.03.2023).
7. Водний кодекс України. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (Дата звернення 28.03.2023).

Науковий керівник: к.т.н., доц. Журавська Н.Є.

НОВЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КАНАЛІЗАЦІЙНО ОЧИСНИХ СПОРУД БАРБОТАЖНОГО ТИПУ

Жуга О.О.

. Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут” Харків.

Посилення екологічних вимог та зростання цін на енергоресурси наводять до необхідності очищення стічних вод відповідно до норм скидання та розробки більш енергоефективних процесів. Одним з основних напрямів для зниження екологічної шкоди та економічних витрат є стадія біологічної очистки. Можливе зниження енерговитрат Близько 30-70 відсотків енергоспоживання очисних споруд сьогодні припадає на аераційні системи. Збільшивши ефективність стадії біологічного очищення, Ви можете значно скоротити витрати на енергію та експлуатацію.

Принцип роботи системи аерації складається в наступному: повітря від повітророзподільного обладнання через магістральний повітропровід через опуск та повітророзподільний колектор рівномірно розподіляється за допомогою аераційних модулів, із встановленими на них аераторами, в обсязі аеротенка у вигляді бульбашок діаметром від 0,8 до 3,0 мм, забезпечуючи ефективне барботування перемішування водно-мулової суміші та насичення її

киснем. Застосування аераторів з перфорованою мембраною дозволяє експлуатувати систему як у безперервному, так і періодичному режимі аерації, оскільки при відключенні подачі повітря в систему отвору в мембрані закриваються, запобігаючи цим надходження води в систему. Аераційні системи експлуатують спеціалізовані підприємства з очищення господарсько-побутових та промислових стічних вод, відповідно до "Правил технічної експлуатації систем та споруд комунального водопостачання та

Мембранні дифузори – інноваційна технологія дрібнопухирчастої аерації. Якщо потрібна висока щільність установки дифузоров та малі швидкості подачі повітря, вони можуть бути встановлені на будь-якій донній поверхні. неперевершену ефективність аерації. Енергоефективність Унікальна геометрія дифузора з покращеною перфорованою мембраною забезпечує висока щільність установки та низька подача повітря, що призводить до високої швидкості перенесення кисню за мінімальних витрат енергії. Мембрани розроблені з метою зменшення втрат тиску, що додатково скорочує споживання енергії. Висока надійність Тести за умов прискореного старіння довели переваги товстих, гнучких мембран з поліуретану. Водонепроникна конструкція системи торцевих з'єднань та ущільнень зменшує знос при постійній експлуатації. Тести за умов прискореного старіння довели переваги товстих, гнучких мембран з поліуретану. Водонепроникна конструкція системи торцевих з'єднань та ущільнень зменшує знос при постійній експлуатації. Можливе застосування в умовах "вкл./вимк. подання повітря".

Керамічні дифузори застосовуються для аерації агресивних, високо корозійних стічних вод, забезпечуючи ефективне та економічне перенесення кисню. Низькі загальні витрати Керамічні диски пресуються особливим способом досягнення високої ефективності переносу кисню при низьких тисках повітря. Різна щільність поверхні диска забезпечує рівномірний розподіл повітря. Це зменшує втрати тиску в системі, споживання енергії, експлуатаційні витрати та, таким чином, загальні витрати. Енергоефективність Різьбове стопорне кільце забезпечує надійну герметизацію керамічних дисків. При підвищенні тиску повітря збільшується і тиск на кільцеве ущільнення, що забезпечує належну герметизацію. Оскільки немає витоків повітря, відсутні й втрати енергії. Дрібнопухирчасті дифузори

Дрібнопухирчасті дифузори, як правило, використовуються для біологічного очищення, аерації перед скиданням та дезодорації шламозбірників. можливо вибрати високоефективні дифузори для стандартних застосувань та при малих тисках повітря або надійні керамічні дифузори для застосування, що вимагають корозійної стійкості.

Для застосування в більш агресивних середовищах, таких як промислові стічні води або шлам, вибирайте системи великопухирчастої аерації. Встановлюються в пісковловлювачах, усереднювачах та шламозбірниках, ширококутові дифузори.

Аераційні (бризкальні) дифузори. Аератори цього типу розміщуються над поверхнею блоку фільтрів або над водозбірним резервуаром малої місткості, якщо технологія не передбачає тривалого контакту води з повітрям, або безпосередньо над контактним резервуаром. Конструкція аераційного басейну є системою водорозподільних труб, обладнаних соплами, розташованими рівномірними пучками по кілька штук по всій площі басейну. Сопла служать для розкручування потоку води, який на виході утворює факел, що забезпечує високий ступінь аерації. Аераційний басейн складається не менше ніж із двох секцій. При очищенні в цій споруді видаляється до 50% розчиненого вуглекислого газу. Недоліком аератора цього є його велика площа при невисокому гідравлічному навантаженні.

Трубчастий аератор є горизонтальним витягнутим елементом. Аератор повністю покритий гумовою мембраною. Мембрана трубчастого аератора на всій поверхні має велику кількість отворів. Кожен отвір виконано таким чином, щоб пропускати потік повітря назовні, і перешкоджати проникненню води з аеротенку всередину аератора. Каркас аератора виконаний із пластику. Мембрана закріплена хомутами із нержавіючої сталі.

Крупнопухирчасті ширококутові дифузори з нержавіючої сталі є альтернативою механічної аерації.

Чудовий вибір для важких умов застосування, таких як аеробні зброджувачі осаду, пісколовки, усереднювальні резервуари та аераційні канали. Стійкість до забивання, низькі експлуатаційні витрати. Унікальна конструкція ширококутового дифузора забезпечує достатній обсяг повітря в центрі дифузора, що гарантує безперервну та рівномірну подачу повітря. Це знижує можливість забивання. Іншою характерною рисою є нижній дефлектор, який запобігає попаданню сміття в дифузор і зменшує необхідність обслуговування. Стійкість до ерозії/корозії. Завдяки занурювальній пасивації після виготовлення великопухирчасті дифузори стійкі до ерозії/корозії та зберігають структурну цілісність навіть у місцях зварювання. Це збільшує термін служби і ефективність перенесення кисню. Дворівневі дифузорні щілини, розташовані горизонтально з боків, забезпечують рівномірний розподіл повітря і ефективність аерації.

Таким чином, усі деталі дискових та трубчастих аераторів для очисних споруд та реконструкції аеротенків повністю виконані з некорозійних матеріалів та має термін служби не менше семи років.

Рівномірний розподіл повітря в аеротенці очисних споруд забезпечують повітроводи, сполучні фітинги, елементи кріплення та повітряні трубопроводи.

При будівництві нових очисних споруд слід враховувати характер стічних вод, продуктивність очисних споруд, розміри аеротенку.

При реконструкції аеротенків обов'язково необхідно оцінити в якому стані знаходиться вся система аерації, включаючи повітропроводи, а також її ефективність. Найчастіше потрібно як заміна аераторів, а й заміна аераційної системи аеротенка повністю. Постачання дискових та трубчастих аераторів для очисних споруд та реконструкції аеротенків, а також повністю необхідно підбір, розрахунок, аераційної системи аеротенка.

Оптимізації аерації можна досягти створенням спеціального технологічного умови експлуатації станції, але такі можливості дуже обмежені. А також, збільшенням відсоткового співвідношення використання повітря активним мулом, за рахунок заміни елементів, що аерують.

Науковий керівник: К.т.н. доц. Манойло Є.В. кафедра "Хімічної техніки та промислової екології, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

УДК 87.53.91

ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ОРГАНІЧНИХ ЗАБРУДНЮВАЧІВ

Луфєрова О.М., студентка факультету нафти, газу та екології, Кузнецова І.О., к.т.н., доцент

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Проблема очищення вод від забруднень залишається однією з актуальних проблем людства. Вона обумовлена високим рівнем забрудненості водних об'єктів, основними джерелами якої є стічні води. Для кожного типу промислових виробництв характерний свій склад стічних вод. Найбільш небезпечні для водоймів стічні води підприємств хімічної і нафтохімічної промисловості, тому що вони характеризуються складним і змінним складом, високою токсичністю, переважним вмістом розчинених, а не зважених забруднень. Тому широко застосовувані очищення таких вод не завжди забезпечують якість очищеної води, достатньої для її скидання у водойми або для повторного використання води на підприємствах. Розроблено багато методів та технологій, що дозволяють знижувати антропогенне навантаження на водні об'єкти. Заключним етапом у технологічних процесах, як правило, є доочищення стоків із застосуванням сорбційних матеріалів (1). У переважній

більшості випадків природні сорбенти, що існують на ринку, - це монокомпонентні состави, що характеризуються селективними сорбційними властивостями щодо певного класу забруднювачів. Дешеві сорбенти, що очищають стоки від іонів важких металів, складаються з мінералів групи монтморилонітів та подібних до них речовин. Наукоємні розробки сорбційних матеріалів, які дозволяють комплексно сорбувати забруднювачі різної хімічної природи до повного їх поглинання (наприклад, іонообмінні смоли), мають дуже високу вартість. Відносно недорогі сорбенти, здатні очищати воду від іонів важких металів та інших забруднювачів практично відсутні. Тому пошук недорогих та ефективних адсорбентів та розробка способів очищення стічних вод на їх основі є актуальним завданням.

Починаючи з 50-60-х років минулого століття в технічно розвинених країнах стали масово вироблятися нові хімічні сполуки — синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР). В даний час різні за складом вони широко застосовуються в побуті та промисловому виробництві.

Під цей термін потрапляють різні за структурою та класами речовини, загальна властивість яких здатність адсорбуватися на поверхні розділів фаз і зменшувати поверхневий натяг(2).

В даній роботі досліджено можливість використання відходу виробництва дисахаридів, так званого дефекату для очищення розчинів, що містять СПАР. Дефекат утворюється у виробництві цукру на стадії очищення бурякового соку і представляє сіро-коричневу масу вологістю до 60 %, що складається з тонко дисперсних частинок із середніми розмірами 30-50 мкм. До складу дефекату входить до 75% CaCO_3 , близько 20% органічних домішок, інше – інертні речовини. При термічному модифікації органічні речовини обуглюються і поверхня дефекату покривається шаром вуглецевих частинок, міцно закріплених на кальцій карбонатної поверхні. Модельні розчини СПАР готували шляхом розведення побутового миючого засобу "Фейрі" в дистильованій воді до концентрацій 10, 30 та 50 мг/дм. До модельних розчинів об'ємом 100 мл додавали задані навішування ТД, розчини перемішували протягом заданого часу та фільтрували через паперовий фільтр. У фільтраті визначали залишковий вміст СПАР. Концентрацію модельних розчинів до та після очищення визначали за методикою(3). В експериментах досліджували залежність ефективності очищення модельних розчинів від маси добавки ТД, тривалості перемішування та температури реакційного середовища. В експериментах досліджували залежність ефективності очищення модельних розчинів від ефективності очищення модельних розчинів від маси добавки ТД, тривалості перемішування та температури реакційного середовища. З результатів досліджень випливає, що вже при додаванні ТД у кількості 0,1 г на 100 мл розчину досягається досить висока ефективність очищення. Так, для модельного розчину з вихідною концентрацією СПАР 50 мг/дм³ вона становить 75,5%, для розчину з концентрацією 30 мг/дм. – 84,8 % та для розчину з вихідною концентрацією 10 мг/дм³- 94,3%. Надалі при збільшенні маси дефекату, що вноситься в розчин при збільшенні маси дефекату, що вноситься в розчин добавки ТД 0,5 г на 100 мл розчину вона становить 98,3; 96,5 та 84,7 % для розчинів з вихідними концентраціями 10, 30 та 50 мг/дм відповідно. Таким чином, у ході досліджень нами встановлена принципова можливість використання відходу виробництва дисахаридів – дефекату для очищення стічних вод від СПАР.

Інформаційні джерела

1. Поверхневі явища та дисперсні системи : лабораторний практикум / уклад.: С. В. Іванов, М. Р.Максимюк, В. Л.Чумак. - К. : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2009. – 64 с. 31
2. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод/ А.К.Запольский, Н.А.Мішкова-Клименко, І.М.Астрелін та ін.-К.: Вид-во «Лібра», 2000.-552 с.
3. Пісаренко А.П., Поспелова К.А., Яковлев А.Г. Курс колоїдної хімії, К. : Вища школа, 2007р.

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF AGRICULTURE OF THE ODESSA REGION

Aleksandr Lazeba

Odesa National University of Technology (Ukraine)

Agriculture belongs to the basic, life-sustaining industries, the condition and effective development of which directly affects the functioning of the entire national economy. The processes of agro-industrial integration became the basis for the formation of the agro-industrial complex. It is a complex of interconnected industries and spheres of the economy that function in unity and ensure the production, processing and delivery of agricultural products to the consumer. Its essence lies in the establishment of new interdependent technological and economic relations between its constituent parts. Conducting an environmental assessment of the agricultural sector makes it possible to determine the most effective and safe development concepts.

Life cycle assessment, as a method of assessing the ecological aspects of products and potential environmental impacts, involves the following stages:

definition of goals and content of life cycle assessment;

formation of a list of input and output parameters (inventory information of input and output material and energy flows) at the stages of the product life cycle;

assessment of potential environmental impacts associated with input and output flows of matter and energy;

interpretation of the results of inventory analysis and impact analysis.

This assessment also considers environmental impacts throughout the entire life cycle of products – the acquisition of raw materials, materials, production, operation and disposal within the production system. Negative effects on the population, as well as on the state of ecological systems, are also considered.

Forming a list of input and output parameters

The agro-industrial complex life cycle includes the following stages: Growing; Preliminary processing of raw materials; Production of intermediate products; Production of food products; Disposal of production waste; Auxiliary processes.

The rational use of the main raw materials in the technology, the use of a smaller amount of auxiliary raw materials and materials allows to significantly reduce the negative impact on the environment.

A detailed examination of each stage of the agro-industrial complex life cycle allowed us to identify the main input and output flows of substances and energy.

Statistical and other printed and electronic sources of information were used to generate the initial data. A number of data for calculation were selected from those presented in the "IPCCInventorySoftwar" program. This applies to emission factors (coefficients of conversion of data expressed in units of mass, quantity, etc. into the amount of GHG).

Comparing the obtained results with the data of the Cadastre of Greenhouse Gases of Ukraine, it can be concluded that the contribution of Odesa region to the emission of GHG relative to the entire emission in Ukraine in the Manufacturing Industries and Construction sector is 9.8% (fuel use), Livestock - 13.65%, with of which from enteral fermentation - 9.2%, from cleaning, storage and use of manure - 4.45%. GHG emissions from the land use sector for arable land - 10.5%.

The shortcomings of the calculation can be considered that the method does not take into account the territorial features of the specific region under study, but selects the generalizing coefficients that are common to the entire country in both parts of the world. This requires additional calculations and research for a certain territory, taking into account all territorial, ecological and climatic features.

After analyzing the calculation data, it can be concluded that the GHG emission of the Odesa Oblast agricultural sector is 10.6% of the total GHG emission in Ukraine.

In order to reduce GHG emissions from the Livestock sector, it is necessary to introduce the latest technologies for raising animals and poultry and disposal of organic waste, which is generated during the life of livestock. It is also necessary to take into account all the factors related to this stage: the use of territories for livestock grazing, the use of fodder, hay and litter, and to take into account the features that are associated with the disposal of the generated waste.

In order to reduce GHG emissions from the land use sector, it is necessary to observe the rules of crop rotation and land treatment, introduce new irrigation and watering technologies, use organic fertilizers in reasonable quantities, take into account the peculiarities of the climatic conditions of the territories and the condition and quality of the soil. It is also necessary to take into account the fact that forest strips, which perform ecologically protective functions - protect land from wind and water erosion, are subject to massive felling by local residents for firewood, and there is no unified management and supervision program for forest strips. Forest strips must be taken into account as one of the main factors when growing products, because they give a negative GHG emission due to the absorption of carbon dioxide and prevent the degradation of agricultural land.

References

1. International Organization for Standardization (2006) *ISO 14044:2006 Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines*. ISO/TC 207/SC 5 Life cycle assessment. <https://www.iso.org/committee/54854.html>
2. Odesa Regional State Administration (2022) *Passport of the Odesa Region for 2021*. <https://oda.od.gov.ua/odeshhynu/pro-odeshhynu/pasport-oblasti/>
3. Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine (2021) *Regional report on the state of the natural environment in the Odesa region in 2020*. <https://mepr.gov.ua/timeline/Regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha.html>
4. Odesa Regional State Administration. *Strategy of Economic and Social Development of Odesa Region until 2020*. <https://oda.od.gov.ua/wp-content/uploads/2020/06/5b0287ef6892a.pdf>
5. Intergovernmental Panel on Climate Change (2006) *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
6. IPCC Inventory Software User Manual Version 2.10. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/software/index.html>
7. State Statistics Service of Ukraine (2017) *Availability of agricultural machinery and energy capacities in 2016* (Statistical yearbook). https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2017/bl/05/bl_sgt_2016.zip
8. State Statistics Service of Ukraine (2021) *Livestock of Ukraine* (Statistical yearbook). https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2021/zb/05/zb_tvaryny_2020.pdf
9. Statistics Ukraine (2021) *Plant Growing in Ukraine* (Statistical yearbook). https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2021/zb/05/zb_rosl_2020.pdf
10. State Statistics Service of Ukraine (2017) *Sown areas of agricultural crops for the 2017 harvest* (Statistical yearbook). State Statistics Service. https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2017/bl/07/bl_ppsgk2017pdf.zip
11. European Bank for Reconstruction and Development (October 14, 2010). *The dynamics of the development of carbon emission factors in the production of electrical energy*. <http://www.ebrd.com>

Academic supervisor - R. Shevchenko, c.t.s., as. prof.
Odesa National University of Technology (Ukraine)

ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ

**Лазеба О.В. студент факультету НГтаЕ, Гаркович О.Л. к.б.н., доцент
Одеський національний технологічний університет**

Ґрунт – це невідновлюваний ресурс, тобто, у разі втрати або деградації його неможливо відновити у термін, який порівнюють із тривалістю людського життя. Стан ґрунтів впливає на їжу, яку ми їмо, воду, яку ми п'ємо, повітря, яким ми дихаємо, на наше здоров'я та здоров'я всього живого на Землі. Адже, за оцінками, 95 % того, що ми їмо, прямо чи опосередковано виробляється на ґрунтах. Здорові ґрунти – це ключовий фактор продовольчої безпеки та запорука нашого стійкого майбутнього. Вони допомагають підтримувати виробництво продовольства, сприяють пом'якшенню наслідків зміни клімату та адаптації до них, беруть участь у процесах фільтрації води, підвищують стійкість до повеней та посух та ще багато, багато іншого. Забруднення ґрунтів викликають ланцюгову реакцію. Це позначається насамперед на ґрунтовій біорізноманітності, зниженні запасів органічної речовини ґрунту та його фільтруючій здатності. Через забруднення ґрунту відбувається забруднення ґрунтових вод, порушується баланс поживних речовин у ґрунті.

До найбільш поширених забруднювачів ґрунту належать важкі метали, стійкі органічні забруднювачі та нові забруднювачі, такі як фармацевтичні препарати, засоби особистої гігієни. Інтенсивні методи ведення сільського господарства, скорочують запаси органічної речовини ґрунту, можуть сприяти перенесенню забруднювачів у харчові ланцюги. Так, наприклад, із забрудненого ґрунту вони можуть потрапити в ґрунтові води; потім накопичуються в тканинах рослин і передаються пасовищним тваринам, птахам і, нарешті, людям.

Добрива, у тому числі мінеральні, синтетичні та органічні, є важливим та широко використовуваним виробничим ресурсом у сільському господарстві, що сприяє забезпеченню глобальної продовольчої безпеки. Крім того, раціональне використання добрив може сприяти запобіганню обезлісненню та інших змін у землекористуванні за рахунок підвищення продуктивності, що сприяє зменшенню потреби в додаткових землях для обробки. Добрива також можуть запобігати деградації ґрунту та неврожаю, особливо, викликані виснаженням запасу поживних речовин та відсутністю або недостатнім засвоєнням ключових поживних речовин для рослин. Однак вони можуть і негативно впливати на довкілля, здоров'я людини, тварин та ґрунтів, особливо тоді коли їх вносять у більшій кількості, ніж потрібно рослинам. Відтоді вони стають потужним джерелом забруднення ґрунтів, сільгосппродукції, ґрунтових вод, водойм, річок, атмосфери.

Застосування надлишку мінеральних добрив зумовлює такі негативні наслідки:

1. Тривале внесення добрив змінює властивості ґрунтів. Застосування фізіологічно кислих добрив підвищує кислотність ґрунтів, веде до значних втрат гумусу.

2. Внесення великих кількостей азотних добрив призводить до забруднення ґрунтів, сільгосппродукції та прісних вод нітратами, а атмосфери – оксидами азоту. При цьому відбувається евтрофікація водойм.

3. Мінеральні добрива є джерелом забруднення ґрунтів важкими металами. До них належать свинець, мідь, цинк, нікель, кадмій, кобальт, ртуть та ін.

4. Тривале застосування мінеральних добрив істотно впливає на ґрунтову мікробіоту, що проявляється у змінах родових та видових складів ґрунтових мікроорганізмів, активізації та зростанні чисельності токсиноутворюючих видів. Застосування мінеральних добрив збільшує чисельність бактерій, актиноміцетів та грибів у ґрунтах.

5. Мінеральні та органічні добрива як джерело забруднення ґрунтів важкими металами можуть змінювати рухливість останніх у ґрунті і, отже, доступність для рослин. Одночасно збільшуються потоки міграції металів в акумулятивні ландшафти та водойми. У

практиці землеробства втрачається до 30-50% органічних і мінеральних добрив, що вносяться. Тому необхідне підвищення загальної культури землеробства та обережність за їх внесення.

Кількість важких металів у мінеральних добривах залежить від вихідної сировини та способів її переробки. Найбільш забруднені важкими металами та іншими токсичними елементами – фтором, миш'яком – фосфорні добрива. Так, фосфорити можуть містити фтор до 3%. На 1 га ґрунту з нітратами та сульфатами, а також із сечовиною потрапляє від 1 до 10 г миш'яку; з подвійним суперфосфатом – до 30-300 г миш'яку. Фосфорні добрива є джерелом забруднення ґрунтів природними радіонуклідами – ураном, торієм, радієм. Вміст урану в сировині добрив, що містять фосфор, коливається від 0,11 до 35 мг/кг, а торію - від 8 до 32 мг/кг. Значна кількість важких металів потрапляє у ґрунти з органічними добривами. Це відбувається в основному не за рахунок високого вмісту металів та токсичних елементів у гною, а за рахунок високих доз їх внесення [1, 2].

До прикладу, сполуки фосфору інтенсивно надходять у поверхневі та підземні води, а далі в моря та океани. Головне джерело – ерозійний змив разом із гумусом, стоки в районах інтенсивного тваринництва, міські стоки. Все це становить 60-70% фосфору, що надходить у стічні води [1, 2].

Проблема азоту має інше значення. Втрати азотних добрив шляхом вимивання можуть бути дуже великими, сягаючи 15-20% внесеної кількості. Разом із нітратами міських нечистот, стоків гною, продуктами вихлопних газів та інших відходів нітрати можуть перевищувати безпечні концентрації (більше 400 мг/л NO_3) у питній воді та овочах [1, 2].

Для запобігання забрудненню ґрунтів різними токсикантами внаслідок внесення добрив слід застосовувати комплекс агротехнічних, агролісомеліоративних та гідротехнічних прийомів у поєднанні з інтенсифікацією природних механізмів очищення, тобто, цілеспрямоване перетворення агробіоценозів на збалансовані комплекси. Нині у світі проводяться дослідження щодо розробки нових шляхів захисту рослин у землеробстві без застосування або з мінімальним застосуванням мінеральних добрив. Це методи так званого "органічного землеробства", "біологічного землеробства", "альтернативного землеробства".

Для запобігання можливому забрудненню ґрунтів добривами нині рекомендують вживати таких заходів: суворе дотримання регламентів застосування препаратів (норма витрати, терміни, технологія внесення); вдосконалення технології внесення (стрічкове, точкове внесення, листове та ін.); контроль за залишковими кількостями добрив у ґрунті та сільськогосподарській продукції; застосування в сільському господарстві добрив створених на основі комплексів і комплексонів металів, що мають у своєму складі менш токсичні і більш біорозкладні елементи, може зменшити навантаження як на водне середовище планети так і на ґрунтовий покрив. Мікро- та макродобрива на основі комплексонів здатні підвищувати врожайність сільськогосподарських культур та покращувати якість продукції на основних типах ґрунтів країни більш інтенсивно, ніж традиційні форми мікродобрив. Використання комплексонів у макро- та мікродобривах сприяє перетворенню малодоступних для рослин мікроелементів у більш рухливі та біологічно активні форми.

Інформаційні джерела

1. Гладкіх Є. Ю. Агроекологічні аспекти застосування мінеральних добрив у сільськогосподарському виробництві. Агрохімія і ґрунтознавство. 2015. Вип. 83. С. 36–41.
2. Філон В. І. Взаємодія мінеральних добрив із ґрунтом. Вісник аграрної науки. 2009. № 7. С. 19-20.

ВПЛИВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Макшанова К.М., Журавська Н.Є.

Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Київ

В сучасному світі енергетичні фактори є одними з найбільш поширених джерел забруднення навколишнього середовища. Забруднення повітря, води та ґрунту може мати серйозний вплив на здоров'я людей, тварин і рослин, а також на економіку країни. Тому важливо проводити оцінку впливу енергетичних факторів на навколишнє середовище та розробляти ефективні заходи щодо зменшення викидів шкідливих речовин [1-3].

Основними джерелами викидів є електростанції, транспорт, промислові підприємства та побутові джерела. Всі ці фактори мають негативний вплив на здоров'я людей, тварин і рослин, а також на екосистеми в цілому. В зв'язку з цим, важливо визначити ступінь впливу цих факторів на довкілля та розробити ефективні методи їхнього контролю та зменшення. Одним з основних напрямів оцінки впливу енергетичних факторів на навколишнє середовище є вивчення їхнього впливу на атмосферу. Атмосферний вплив складається з викидів, що містять різноманітні речовини, які забруднюють повітря, а також зі змін кліматичних параметрів, які можуть мати серйозні наслідки для навколишнього середовища та здоров'я людей. У рамках даної наукової роботи проведено оцінку впливу енергетичних факторів на навколишнє середовище з урахуванням їхнього атмосферного впливу. В результаті проведених досліджень було встановлено, що основними джерелами забруднення повітря є електростанції та транспортні засоби. Зокрема, викиди оксидів вуглецю, оксидів азоту та сірки є найбільш небезпечними для навколишнього середовища та здоров'я людей. Одним з ключових результатів досліджень стала розробка рекомендацій щодо зменшення впливу енергетичних факторів на навколишнє середовище. Зокрема, було запропоновано заміну вуглеводневих палив на біопалива, використання енергоефективних технологій, впровадження систем відновлювальних джерел енергії, а також зменшення кількості відходів та раціональне використання природних ресурсів [1-3].

Оцінка впливу енергетичних факторів на навколишнє середовище є важливим завданням, що стоїть перед науковцями, екологами та урядовими органами. Вона вимагає використання комплексного підходу, який включає в себе вивчення впливу енергетичних факторів на різні компоненти навколишнього середовища, оцінку їх впливу на здоров'я людини, а також розробку та впровадження ефективних заходів для зменшення негативного впливу [2].

Оцінка впливу на довкілля - це процедура, що передбачає [2]:

- 1) підготовку суб'єктом господарювання звіту з оцінки впливу на довкілля;
- 2) проведення громадського обговорення;
- 3) аналіз уповноваженим органом інформації, наданої у звіті з оцінки впливу на довкілля, будь-якої додаткової інформації, яку надає суб'єкт господарювання, а також інформації, отриманої від громадськості під час громадського обговорення, під час здійснення процедури оцінки транскордонного впливу, іншої інформації;
- 4) надання уповноваженим органом мотивованого висновку з оцінки впливу на довкілля, що враховує результати аналізу;
- 5) врахування висновку з оцінки впливу на довкілля у рішенні про провадження планованої діяльності.

Таким чином, для підвищення ефективності заходів зменшення впливу енергетичних факторів на навколишнє середовище, необхідно враховувати інноваційні, нанотехнології, які дають можливість зменшити викиди шкідливих речовин у повітря, використовувати альтернативні джерела енергії, які не завдають шкоди навколишньому середовищу, та проводити рекультивацію земель, які були піддані впливу енергетичних факторів. Успішний

європейський досвід полягає у впровадженні директиви 2010/75/ЄС про промислове забруднення, яка передбачає масштабну реформу усієї дозвільної системи та може бути пропозицією для впровадження в Україні інтегрованого підходу до промислового забруднення [3].

Інформаційні джерела

1. Божко, С. М. Оцінка впливу техногенних факторів на навколишнє середовище / С. М. Божко, М. В. Кравченко // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. – 2016. – Вип. 1219. – С. 7-14.

2. Гаркуша, В. А. Аналіз впливу енергетичних факторів на стан навколишнього середовища в Україні / В. А. Гаркуша, О. І. Ткаченко // Екологічна безпека та природокористування. – 2018. – Т. 23, № 2. – С. 33-37.

3. Журавська Н. Є. Функціональна впорядкованість для систем екологічного менеджменту промислово-виробничих об'єктів в умовах отримання і використання омагніченної води. Економічний журнал «Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин». – Вип. 35. Економічний. Ч. 2. – К.: КНУБА, 2017. – С. 286-294.

Науковий керівник: к.т.н., доц. Журавська Н.Є.

УДК 502.1/504.5

МЕТОДИ ЗНЕШКОДЖЕННЯ СИНТЕТИЧНИХ ПОЛІМЕРІВ У ДОВКІЛЛІ

**Войницька І. Г. студентка III курсу факультету НГ та Е
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса**

Використання полімерів набуло поширення у багатьох галузях людської діяльності. За останні десятиліття синтетичні полімери стали основними компонентами більшості виробів, від одягу та взуття до пакувальних матеріалів та будівельних конструкцій. Розповсюдженість використання цих матеріалів обумовлена їх певними властивостями, серед яких висока міцність, стійкість до тертя та зношування, водонепроникність тощо.

Однак, зростання обсягів виробництва та використання синтетичних полімерів, а також низький рівень їх переробки, призвели до збільшення проблеми накопичення полімерних відходів у довкіллі. Сучасний стан цієї проблеми є досить складним і потребує уваги.

Відходи синтетичних полімерів не піддаються біологічному розкладанню, тому накопичуючись у природі, негативно впливають на екосистеми, перш за все, це стосується водної біоти, і звичайно здоров'я людей, оскільки мікропластики, перетворюючись під дією сонця, води та інших факторів, згодом опиняються в продуктах харчування, косметичці тощо. Станом на 2018 рік було встановлено, що у світі виробляється близько 380 мільйонів тонн пластику щорічно. За період з 1950-х до 2018 року було вироблено 6,3 мільярда тонн, проте лише 9% з них було перероблено, а ще 12% спалено [1].

За оцінками, щорічно від прибережних громад до океану потрапляє від 1,1 до 8,8 млн. тонн пластикових відходів [2]. Морські організми, такі як риби та морські черепахи, страждають від механічного впливу пластмасових відходів, що спричиняють заплутування. Крім того, забруднення впливає на їхню фізіологію, оскільки хімічні речовини, що містяться в пластикових відходах, можуть потрапити в організм тварин та перешкоджати його правильному функціонуванню. Дослідження показують, що 90% морських птахів містять пластик у своєму організмі [1].

Зазвичай, виділяють два основні шляхи поводження з полімерними відходами: утилізація (переробка) і видалення. Більшість синтетичних полімерів можуть бути

перероблені, проте вибір методу переробки залежить від хімічного складу, структури та властивостей синтетичних полімерів. Найскладніше переробляються вироби, які складаються з декількох різних типів полімерів [3, 4]. Крім того, необхідно правильно сортувати та ретельно очищати відходи, щоб забезпечити їх ефективну переробку.

Наразі існують дві основні групи методів переробки полімерів: фізичні та хімічні. Механічний рециклінг, який належить до фізичних методів, є найпоширенішим і полягає в фізичному подрібненні пластмас з метою отримання вторинної сировини або продукту без зміни хімічної структури матеріалу. Практично усі відходи, що складаються з одного типу полімерів, можуть бути механічно перероблені з мінімальним зниженням якості [4]. Механічний рециклінг має свої переваги, такі як простота технології та універсальність, відсутність забруднення довкілля викидами шкідливих речовин. Однак, має також недоліки, такі як висока енергоємність процесу, складність регулювання розміру подрібнення, необхідність ретельного сортування і очищення відходів, які підлягають утилізації, та обмежена можливість повторного використання матеріалу [5].

До фізичних методів також належить радіаційний метод, який вважається досить перспективним для перероблення полімерних відходів, зокрема армованих пластиків. Цей метод ґрунтується на руйнуванні молекул полімерів за допомогою високоенергетичного випромінювання, що призводить до утворення низькомолекулярних сполук. Однією з переваг цього методу є його універсальність, оскільки випромінювання руйнує практично усі полімерні сполуки зі збереженням фізичних характеристик матеріалу. Проте до недоліків радіаційного методу належать підвищене радіаційне навантаження на людину і довкілля, а також обмежена можливість утилізації відходів, в основному цей метод застосовується для тонкошарових армованих пластиків [6].

Хімічні технології використовуються для утилізації полімерних відходів, які не можуть бути перероблені за допомогою фізичних методів через різні причини. Один з таких хімічних методів – сольволіз, що полягає у розщепленні полімерних відходів у присутності різних хімічних сполук. Дослідження показали, що сольволіз може розщеплювати до 90% пластику на мономери, в результаті чого утворюється рідинна фракція з такими речовинами, як бензойна кислота, бензальдегід, бензол, ацетальдегід тощо [6, 7].

Ще одним із перспективних способів вирішення проблеми використання відпрацьованих полімерних матеріалів є метод конверсії, який ґрунтується на термохімічному розкладанні полімерів через процеси піролізу або газифікації [8]. Під час процесу піролізу утворюється синтетична нафта, яка може бути перероблена на продукти нафтохімії, включаючи нові пластмаси, або використана як дизельне паливо завдяки наявності ароматичних вуглеводнів з високою теплотворною здатністю.

Газифікація полягає у розкладанні полімерів при температурах від 800 до 1500 °C без кисню та водяної пари, що призводить до створення синтез-газу. Ці гази можна використовувати в хімічній промисловості та для генерації електроенергії та опалення. Застосування високих температур та низької концентрації кисню знижує утворення токсинів, таких як діоксини та фурани [8].

Отже, розуміння та своєчасне вирішення проблеми накопичення синтетичних полімерів у довкіллі є важливим кроком для збереження екосистем і здоров'я населення. Хоча вже й існує багато методів переробки синтетичних полімерних сполук, слід приділити більшу увагу цьому питанню. Важливо розробляти та впроваджувати сучасні та більш ефективні методи знешкодження синтетичних полімерів. Це може включати в себе використання біорозкладних матеріалів, поліпшення технологій рециклінгу, збільшення ефективності сміттєзбірних систем тощо.

Інформаційні джерела

1. Mathieu-Denoncourt J., Wallace S., Shane R de Solla, Langlois V. Plasticizer endocrine disruption: Highlighting developmental and reproductive effects in mammals and non-mammalian aquatic species. *General and Comparative Endocrinology*. 2014, 219. P. 74–88.

2. Jambeck J., Roland G., Wilcox C. Plastic waste inputs from land into the ocean. Science. 2015. vol 347. P. 768-771.
3. Михайлова Є. О. Пластикове забруднення – одна з головних екологічних проблем людства. Комунальне господарство міст. 2020. Том 4. № 157. С. 109–121.
4. Awasthi A. K., Shivashankar M., Majumder S. Plastic solid waste utilization technologies: A Review. In IOP conference series: Materials science and engineering 2017, Vol. 263. No. 2. P. 022024.
5. Ragaert K., Delva L., Van Geemb K. Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste. Waste Management. 2017. Vol. 69. P. 24–58.
6. Кулікова Ю. В., Тукачева К. О. Аналіз технологій утилізації полімерних композиційних матеріалів. Транспорт. Транспортні споруди. Екологія. 2017. Вип. 4. С. 103-120.
7. Madalina Elena Grigore. Methods of Recycling, Properties and Applications of Recycled Thermoplastic Polymers. Recycling. 2017. Vol. 2, issue 24.
8. Михайлова Є. О., Дейнека Д. М., Панчева Г. М. Аналіз методів перероблення пластикових відходів. Сер.: Нові рішення в сучасних технологіях : зб. наук. пр. Харків : НТУ "ХПІ", 2021. № 1 (7). С. 80-89.

Науковий керівник – канд. біол. наук, доцент Гаркович О.Л.

УДК 504.064.38

МЕТОД ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ПИВОВАРНОГО ПІДПРИЄМСТВА МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ

**Пироженко Є.В., аспірантка кафедри «Хімічна техніка та промислова екологія»
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків**

На сьогодні до найбільш розвинутих галузей сучасної промисловості слід віднести галузі харчових та переробних виробництв, при цьому значних темпів в Україні досягає пивоварна промисловість. При створенні очисних споруд на підприємствах пивоварної промисловості необхідно враховувати специфічні особливості стоку, обумовлені: технологіями виробництва продукції, споживанням води, методами очищення стічних вод, а також технічними можливостями інформативних методів контролю [1]. В державах ЄС успішний розвиток галузі традиційно пов'язано з напрямками комплексного використання сировини, створенням маловідходних технологічних процесів виробництва продукції пивоваріння [2, 3]. Міні-пивоварні на теперішній час існують практично в кожному, навіть невеличкому місті, при цьому показники стічних вод міні-пивоварень перед скидом їх у міську каналізацію практично не підлягають контролю та, як наслідок, не відповідають вимогам щодо запобігання забруднення навколишнього природного середовища, які застосовують у міжнародній практиці [2, 3]. Забруднені домішками стічні води та емульсії, які виникають в результаті потрапляння пивних стоків у міську каналізацію, а також штучні та відкриті водоймища, несприятливо можуть вплинути на мікроорганізми та навіть привести до загибелі всієї екосистеми. Зокрема, унаслідок забруднення в результаті такого антропогенного втручання відбуваються відхилення від норми важливих характеристик природних та штучних водойм, які відповідають нормам реакції мікроорганізмів на показники стану відповідного об'єкту [2, 3]. Саме тому подальших досліджень потребують проблемні питання стосовно моделювання екологічних ситуацій, пов'язаних з процесами урбанізації та руйнуванням навколишнього природного середовища районів населених пунктів, в яких розміщуються виробництва пивоварної галузі.

У зв'язку з цим рекомендується комплекс заходів, які спрямовані на збереження різноманітності земноводних та молюсків в межах великих міст. Необхідно здійснювати заходи, спрямовані на створення біотопів у великих містах та навіть в районах населених

пунктів. Особливої уваги потребують питання, які пов'язано з озеленінням та збільшенням кількості штучних водойм та укриттів, запровадженням штрафних санкцій за забруднення місць існування амфібій та прісноводних молюсків. Саме тому вирішення задач, пов'язаних з охороною навколишнього середовища та дотримання природоохоронних вимог, вже багато років є проблемною позицією на підприємствах пивоварної галузі та незважаючи на те, що до системи екологічного менеджменту найчастіше залучено значна кількість співробітників малих та середніх харчових та переробних підприємств, заходи щодо екологічного моніторингу природоохоронних вимог потребують подальшого удосконалення.

Інформаційні джерела

1. European Commission, European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). Reference Document on Best Available Techniques (BAT) in the Food, Drink and Milk Industries, Seville, EIPPCB, 2006. Available from <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>

2. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. (ISO 14001:2015, IDT). [Чинний від 2015-12-21]. Київ, 2016. 37 с. (Вимоги та настанови щодо застосування).

3. A.A. Werkneh, H.D. Beyene, A. Osunkunle, Recent advances in brewery wastewater treatment; approaches for water reuse and energy recovery: a review, Environmental Sustainability 2/2, 2019. С. 199–209.

Науковий керівник – В. В. Себко, д.т.н., проф. кафедри «Хімічна техніка та промислова екологія»

*Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут",
м. Харків, Україна*

UDC: 502/504:556

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE KURA RIVER

Margarita Piltsina

Odesa National University of Technology (Ukraine)

Water, especially fresh water, is a valuable resource. Water provides not only basic human needs, but also has a significant impact on economic processes (agriculture, industry, energy). The quality of water determines its value, the possibilities of use, the cost of treatment, and is an important factor in the health of the population. Even more important are water resources, which have a transboundary character. The problem of the quality of such waters is of strategic importance. For Georgia, such a river is the Kura, the problem of water quality in which has attracted close attention for the past 20 years.

Relevance of the topic due to the transboundary nature of the Kura River and significant problems with water quality.

The practical significance of the topic. The study and assessment of the causes and trends of degradation of the Kura River basin, as well as the assessment of the consequences of measures taken to improve it, will form a direction for further research and suggest the most effective ways to solve the problem.

Goal of the work: assessment of the causes and trends of environmental degradation of the Kura River.

To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks:

- to characterize the geographical, hydrographic and socio-economic aspects of the Kura River;

- to analyze the formation process and trends in the quality of water in the Kura River within Georgia and in a transboundary context;

- propose measures to improve the state of water in the Kura River.

The Kura originates in Turkey on the eastern slope of Kyzil-Gyadik at an altitude of 2742 m. The total length of the river is 1364 km (185 km in Turkey, 390 km in Georgia and 789 km in

Azerbaijan). The river basin includes the entire territory of Armenia, the eastern part of Georgia, about 80% of Azerbaijan, as well as part of the territory of Turkey and the Islamic Republic of Iran. The Kura river basin, located on the territory of Armenia, Azerbaijan, Georgia, the Islamic Republic of Iran and Turkey, has a total area of 188,000 km², of which the country's share for Georgia is 15.8%, Armenia - 15.8%, Azerbaijan - 30.7%.

In [5], water quality in the Kura river basin was characterized as "increasing degradation" on a number of parameters.

Pollutants enter the waters of the Kura basin from various land-based sources, including industrial and mining enterprises, agricultural land, houses and farms in rural areas, and especially from municipal sewer networks in urban areas. Surface water quality is also affected by factors such as the hydromorphological, hydrogeological and hydrochemical characteristics of the river basin. There are also other, less significant factors that put pressure on the water quality of a river basin, such as the construction of local and transnational roads.

Many cities and enterprises in the Kura basin currently do not have sufficiently well-functioning treatment facilities. Most of the existing wastewater treatment plants in the basin were built 25-30 years ago, and many of them are not working now. Those that are still in operation provide only partial, mechanical cleaning, while most of the basin area does not. Small (and poorly functioning) wastewater treatment plants in the cities of Tbilisi and Rustavi discharge large volumes of untreated wastewater into rivers, leading to water pollution.

Conclusions:

1. The Kura River is a mountain river and is characterized by high water flow rates, which improves aeration processes and reduces the content of organic matter. However, during dry seasons, there may be cases of excessive downstream pollution (in Azerbaijan) as a cumulative consequence of a high and constant pollution load at low flow rates.

2. Information on the main sources of pollution in the Kura River Basin is currently insufficient. The exact location and contribution of each source to the pollutant load entering the river basin needs to be determined.

3. Particular attention should be paid to land-based sources of pollution: the lack of organized waste disposal sites to prevent seepage and the practice of co-disposal of municipal and hazardous waste in uncontrolled landfills require regular monitoring of leaks at existing and former landfills and illegal waste disposal sites adjacent to rivers where the potential for water pollution is high. An improved mechanism for accounting and verification of industrial and municipal sources and effluents should be established and an integrated solid waste management program should be developed.

4. Supplement the currently used methods of physico-chemical analysis with biological methods. Biomonitoring reflects the effects of physical and chemical conditions to which organisms are exposed over a period of time. Biological monitoring is recommended for wide implementation, including the creation of appropriate initial conditions, in order to determine the ecological state of water bodies.

5. Improve the legal framework in the field of water use, including requirements for water quality.

6. Expand the practice of introducing advanced technologies for analyzing and assessing water quality, as well as preventing pollution from industrial and municipal sources.

References

1. Wikipedia. *Mtkvari (Kura, Georgian)*. [1https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%A2%E1%83%99%E1%83%95%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%98](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%A2%E1%83%99%E1%83%95%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%98)
2. GE-MEP Ministry of Environmental Protection of Georgia, 2012 www.moe.gov.ge.
3. Mindorashvili, A. (2009, December 8-10) *Kura River*. Ministry of Environment Protection and Natural Resources of Georgia. https://unece.org/fileadmin/DAM/env/water/meetings/Assessment/Tbilisi%20workshop/Presentations/Basin%20presentation%20pdfs/presentation_Tbilisi_Dec2009_Mindorashvili_GE_Kura.pdf

4. UNECE Economic Commission for Europe, 2007 *Our waters: hand in hand across borders. First assessment of transboundary rivers, lakes and groundwaters*. United Nations, New York and Geneva. <https://unece.org/environment-policy/publications/first-assessment-transboundary-rivers-lakes-and-groundwaters>.

5. UNECE Economic Commission for Europe (2007) *Our waters: joining hands across borders. First assessment of transboundary rivers, lakes and groundwaters*. United Nations New York & Geneva. <https://unece.org/environment-policy/publications/first-assessment-transboundary-rivers-lakes-and-groundwaters>.

6. GE-MEP Ministry of Environment Protection of Georgia (2010) *Water use in Georgia in 2010*. Available in Georgian at <http://aarhus.ge/index.php?page=118&lang=eng>.

7. Lummens, H.J.L. & Matthews, M.M. (2013) *Updated Transboundary Diagnostic Analysis for the Kura Ara(k)s River Basin*. UNDP/GEF “Reducing Transboundary Degradation in the Kura Ara(k)s River Basin”. <https://iwlearn.net/resolveuid/ca738beb9f2c6a6cf536e02451a16bed>.

8. Abu Elseud A. (2013) *Policy Brief - Water Quality Hotspots in the Kura Ara(k)s River Basin*. UNDP/GEF Project “Reducing Transboundary Degradation in the Kura Ara(k)s River Basin” <https://iwlearn.net/resolveuid/b42d85a4-630e-48c7-8fda-31c4bd9da765>.

9 Tsinadze, Z. (2019) The quality of natural water sources. Assessment on the example of the Mtkvari River. [Doctoral dissertation: Abstract. Georgian Technical University] https://gtu.ge/Disertacia/Avtoreferati_z_cincadze.pdf.

Academic supervisor - R. Shevchenko, c.t.s., as. prof.
Odesa National University of Technology (Ukraine)

УДК 621.311

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ

Самохвалова А.О., Зініч І. О., д.т.н., проф. Воїнов О.П.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

В теперешній час енергетичні потреби світового виробництва забезпечуються за рахунок трьох видів енергоресурсів: органічного палива, води та атомного ядра. Енергія води та атомна енергія використовуються людиною після перетворення її на електрику. У той же час значна кількість енергії, що міститься в органічному паливі, використовується у вигляді теплоти, і лише частина її перетворюється на електрику. Вивільнення енергії з органічного палива пов'язані з його спалюванням, отже, і з надходженням продуктів горіння у довкілля. Вплив теплових електростанцій на довкілля багато в чому залежить від виду палива, що спалюється.

При спалюванні твердого палива в атмосфері з димовими газами надходять летюча зола з частинками недогорілого палива та шкідливі газоподібні продукти горіння, особливо при спалюванні палива низької якості.

При спалюванні рідкого та газоподібного палива в атмосферне повітря надходять лише шкідливі газоподібні продукти горіння.

Також шкідливий вплив на довкілля надають стічні води електростанцій.

Крім того, енергетика є основним джерелом теплового забруднення атмосфери та водного середовища, що призводить до зміни клімату на планеті, зокрема до підвищення середньої температури повітря та води у водоймах. Розвиток цих процесів у перспективі катастрофічно небезпечний для природного середовища та для людства.

Шкідливий вплив гідроенергетики полягає у відчуженні значних площ родючих (заплавних) земель під водосховища та знищення природних екосистем. Під час будівництва водосховищ порушуються природні нерестовища, змінюється рівень підземних вод. У водосховищах розвиваються синьо-зелені водорості, прискорюються процеси етрофікації, що призводить до погіршення якості води.

Ядерна енергетика нині є найбільш перспективною. Надійність, безпека та економічна ефективність атомних електростанцій спирається не тільки на жорстку регламентацію процесу їх функціонування, а й на зведення до абсолютного мінімуму впливу АЕС на навколишнє середовище за нормальної роботи. До переваг належать також відносно великі запаси ядерного палива та можливість будівництва АЕС без прив'язки до його родовищ, оскільки транспортування палива не потребує суттєвих витрат у зв'язку з малими обсягами.

Однак з вини конструкторів, через помилку оператора або внаслідок терористичного акту може статися аварія, подібна до Чорнобильської.

Аналіз досліджень у розглядуваній галузі свідчить про те, що у найближчій перспективі теплоенергетика на органічному паливі залишатиметься переважною в енергетичному балансі світу та окремих країн. Тому слід шукати шляхи зниження її шкідливого впливу на довкілля. Вони повинні базуватися на вдосконаленні технології підготовки та спалювання палива та уловлювання шкідливих відходів.

Такими шляхами є наступні.

1. Використання та вдосконалення очисних пристроїв.
2. Зменшення надходження сполук сірки в атмосферу за допомогою попередньої десульфурації палива.
3. Розширення використання технологій ресурсо- та енергозбереження.
4. Скорочення витрати електрики з метою опалення та гарячого водопостачання.
6. Розширення використання альтернативних джерел енергії.

Таким чином, серед галузей світового виробництва енергетика є основним джерелом шкідливого впливу на довкілля. Підвищення рівня її екологічності є основною проблемою, яка стоїть перед людством та потребує негайного вирішення.

UDC: 502/504:628.1:628.3

ENHANCEMENT OF ENVIRONMENTAL QUALITY OF DRINKING WATER SUPPLY AND WATER DISTRIBUTION SYSTEMS OF ODESA

Nadiya Slobodianyuk¹, Lyalya Timurova²

Odesa National University of Technology (Ukraine)¹

Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satbayev (Kazakhstan)²

In the course of taking drinking water, preparing it for consumption, transporting it to the consumer, using it, removing the used water, cleaning it and returning it to the environment, a significant man-made impact on the environment is carried out. First of all, it is related to emissions into the atmosphere, soil, ground and surface water pollution, there are risks associated with direct and indirect negative impact on human health. Today, the accounting of greenhouse gas emissions, expressed in equivalent amounts of carbon dioxide, is an effective criterion for the safety of man-made processes.

In work based on the study of the effectiveness of the functioning of various componentssystems of drinking water supply and drainage of the city of Odesa the measures that increase the man-made safety characteristics of the existing and improved system due to the introduction of innovative technologies are substantiated, and the principles of improving the man-made safety of similar systems are formulated.

The goal of the work: quantitative assessment of the water supply and drainage system, development of recommendations for improvement and increased safety for the environment and human health.

Water supply and drainage of the city of Odesa and nearby settlements of the Odesa region is provided by the company "Infoxvodokanal" Open Joint-Stock Company (JSC) "Infox" [1].

Infoksvodokanal cleans the water of the Dniester River and supplies it to a distance of 40 km, collects and cleans wastewater using an infrastructure that includes:

- water treatment plant,
- pumping stations,

- biological treatment stations
- drinking water supply and distribution network,
- sewage collectors and pumping stations.

Today, the enterprise provides water supply to the central region of the region, which includes the cities of Odesa, Chornomorsk, Pivdenny, Ovidiopol, settlements of the Bilyaivka, Ovidiopol, Dobroslav districts of the region within a radius of about 100 km. The company has 7 waterworks at its disposal. The total length of water pipes and water supply networks is 1,661.112 km, the length of the sewage network is 680.2 km.

Wastewater treatment is carried out at two sewage treatment plants: "Southern" and "Northern".

More than three thousand people work at the enterprise.

In the course of wastewater treatment, there is a significant negative impact on the environment. First of all, this is related to emissions of greenhouse gases (GHG), soil, ground and surface water pollution. At the moment, the problem of GHG emission comes to the fore due to global warming. At the same time, the amount of GHG emissions per unit volume of purified water can be a sufficiently adequate characteristic of the ecological efficiency of the technology used and the operation of biological treatment stations in general. When calculating the emission of greenhouse gases, it is possible to clearly trace the main points of emission of greenhouse gases. The calculation of GHG emissions during the operation of SBO is carried out according to the methodology of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) [2]. This technique offers a step-by-step calculation using the methodology of the second and third level of calculation. IPCC methods offer calculation schemes for methane emissions, both for anaerobic reactors and for fundamentally aerobic zones, but operating in non-calculated modes or under increased load. In this case, methane can also be formed, although in a small amount.

The conducted research allows us to formulate the following conclusions:

1. Emissions of greenhouse gases occur at almost all stages of drinking water and wastewater treatment, their transportation and disposal. First of all, emissions are related to the use of electricity and the processes that occur during sludge treatment. As a result of the operation of classic sewage treatment plants for biological treatment, raw sewage sludge and excess activated sludge are formed, which require additional disposal.

2. The most energy-intensive stage is biological treatment - 85% of the electricity of all treatment facilities is consumed. The process of biological cleaning at stations is carried out in aeration tanks. In them, there is a direct contact of wastewater with activated sludge organisms in the presence of an appropriate amount of dissolved oxygen, followed by separation of activated sludge from purified water in settling tanks.

3. Greenhouse gas emissions from the water supply system make up 16.4% of emissions from the water drainage system. The lower emission of greenhouse gases from the water supply system is associated with a lower content of organic matter in the water being treated.

4. In the drainage system, the main emission factors are electricity consumption (53%), mainly for transport operations and ensuring aerobic treatment of wastewater in aeration tanks, and, to a lesser extent, emissions of methane during aerobic treatment (25%) and nitrogen oxides (13% - in the process of wastewater treatment and 1% - when placing sludge on sludge fields). A significant contribution to the emission (8%) is also made by the decomposition of the organic component of sludge at the landfill and sludge sites and fields.

5. The assessment of the possible reduction of emissions due to the introduction of anaerobic sludge digestion systems showed that such a reduction, provided that biogas is used in cogeneration plants, can amount to 39018.6 t CO₂-eq/year or 19% and related to:

- by receiving heat (3029.4 t CO₂-eq/year or 7.8%)

- and electrical (22962.5 t CO₂-eq/year or 59%) in the cogeneration plant;

- the absence of emissions of nitrogen oxides from sludge disposal at the landfill (2342.73 t CO₂-eq/year or 6%);

- reduction of methane emissions from the biogas plant compared to placing sludge on sludge sites and fields (10191.12t CO₂-eq/year or 26%).

6. The use of modern technologies, materials and equipment make it possible to significantly reduce the costs of restoring water supply and drainage networks, reduce potable water losses and return leaks, reduce material and energy consumption, increase the efficiency of equipment and technological processes, ensure more transparent, convenient and efficient use and management water supply and drainage system.

7. The measures proposed in the work will significantly (by 20% or more) reduce the impact on the environment.

8. Of all the proposed measures, only the implementation of biogas plants is characterized by significant risks and requires special attention from the point of view of safety and occupational health during their operation.

References

1. Infoksvodokanal. Site materials.<https://infoxvod.com.ua/uk/>
2. Intergovernmental Panel on Climate Change (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
3. World Resources Institute (<https://www.wri.org/>)

*Academic supervisors: R. Shevchenko¹, c.t.s., as. prof. M. Katkov², c.t.s., as. prof., Odesa National University of Technology (Ukraine)¹
Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satbayev (Kazakhstan)²*

621.3

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ

Соркіна Д. К., Тихомирова Т. С., к.т.н., доцент

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Різноманітний видобуток енергії дозволив населенню зробити своє життя кращим, бо завдяки енергії та електриці ми здобули розвиток в багатьох галузях наук та технологій. І зараз звичайній людині складно уявити своє життя без енергоспоживання та впливаючим з нього інших засобів поліпшення рівня життя. Але мало хто замислюється який нищівний внесок можуть приносити відомі нам галузі видобування енергії, такі як ТЕС, АЕС і ГЕС.

Теплові електростанції України мають 101 енергоблок з електричною потужністю від 100 до 800 МВт (Табл. 1). Більшість енергоблоків ТЕС спроектовані для спалювання кам'яного вугілля вітчизняного видобутку з підсвічуванням мазутом або природним газом. Кам'яне вугілля наразі складає 98% паливної бази ТЕС. ТЕС України споживають більше 35 млн. тонн вугілля із зольністю 23–25% і вмістом сірки більше 2%. Спалювання таких кількостей низькоякісного палива призводить до значних викидів забруднюючих речовин в атмосферу та утворення великої кількості твердих відходів (золи та шлаку).[1]

Табл. 1 - Теплові станції України (дані станом на 2016 р.)

Назва ТЕС	Потужність, МВт	Основне паливо вугілля марки	Регіон
Бурштинська ТЕС	2321	Г	Івано-Франківська область
Запорізька ТЕС	2825	ГСШ	Запорізька область
Курахівська ТЕС	1517	Г	Донецька область
Луганська ТЕС	1185	АШ	Луганська область

Зуєвська ТЕС	1270	Г	Донецька область
Криворізька ТЕС	2274	Г	Дніпропетровська область
Придніпровська ТЕС	1195	АШ	Дніпропетровська область
Доброутвірська ТЕС	500	Г	Львівська область
Ладижинська ТЕС	1800	ГСШ	Вінницька область
Вуглегірська ТЕС	3600	ГСШ	Донецька область
Зміївська ТЕС	2200	АШ, Т	Харківська область
Трипільська ТЕС	1800	АШ	Київська область
Старобешівська ТЕС	1975	АШ, Т	Донецька область
Слов'янська ТЕС	880	АШ, Т	Донецька область

Класифікація джерел палива для електростанцій:

1. Вископне паливо (вугілля, нафта, природний газ);
2. Ядерна та термоядерна енергетика (ядерне паливо);
3. Відновлювальні джерела енергії (енергія води, вітру, сонця і тд.).

Екологічні проблеми енергетики:

1. Виробництво і видобуток енергії для споживачів істотно впливає на стан довкілля. Спалювання вископного твердого чи рідкого палива супроводжується виділенням низки газів: сірчистого, вуглекислого і чадного газів; а також оксидів нітрогену, пилю, сажі та інших забруднювальних речовин. Тим паче, що видобування цього палива може спричинити зміну ландшафту та зменшення флори і фауни місцевості.
2. Атомна енергетика – вважається умовно безпечною за умов штатної роботи, але несе велику потенційну небезпеку, що супроводжується викидом у довкілля величезного обсягу радіації. Розпад ядерних відходів може тривати протягом кількох сотень і тисяч років. Особливо актуальною і важкою ця тема є для України, котра постраждала від наслідків вибуху на Чорнобильській АЕС, пожеж у лісі навколо Чорнобиля. Видобуток руди та збагачення її для отримання ядерного палива негативно впливає на довкілля, як й відпрацьовані твердопаливні елементи та, так звана важка вода, яка утворюється при охолодженні реакторів.
3. Гідроелектростанції спираються на відновлювальне джерело енергії (воду, яка повертається в кругообіг), але їхнє будівництво і використання призводить до відселення людей; знищення цінних видів риб, для яких греблі стають нездоланими перешкодами на шляху під час нересту; втрати лісів і родючих заплавних земель; збільшення ризику виникнення руйнівних землетрусів у передгірних і гірських районах; підвищення ризику катастрофічних повеней у місцевостях, що знаходяться нижче за течією; зміни ландшафтів і їх руйнування. [2]

Незважаючи на очевидні переваги, відновлювана енергетика також може негативно впливати на довкілля. Експлуатація станцій, які виробляють енергію за допомогою відновлюваних енергетичних джерел, може бути пов'язана з вилученням з обігу значних земельних ділянок і супроводжуватись: змінами ландшафтів (вітряки, сонячні батареї), підвищеним рівнем шуму (вітряки), забрудненням ґрунтів (геотермальні енергоустановки та установки, які працюють на біомасі), згубними впливами на інші природні ресурси (припливно-відпливні електростанції). Але для сонячних електростанцій активно використовують закинуті промислової об'єкти або не родючі, забруднені чи спустошені земельні ділянки, що знижує негативний вплив від них на довкілля.

Енергія вітру є «механічною» енергією. Вона використовується з часів середньовіччя у вітряках та на вітрильних суднах. Сучасні вітрові електростанції ефективно перетворюють

механічну енергію на електричну. Електроенергія, що виробляється у такий спосіб, набагато дорожча, ніж та, що виробляється тепловими електростанціями. Вітрові електростанції не забруднюють повітря хімікатами, але вони створюють шум. Тому, хоча розміщення великої кількості генераторів поруч сприяє ефективнішій експлуатації, багато людей вважають це неприйнятним. Ці електростанції працюють найефективніше при потужному вітрі.

Сонце є найпотужнішим джерелом енергії. Її отриманню перешкоджає необхідність у вилученні значних площ, де треба розмістити сонячні колектори та значні коливання кількості сонячного світла.

Кожний з перелічених видів отримання енергії має свої переваги та недоліки. Але екологія як наука не винаходить і не обирає лише один точно правильний вихід з поліпшення стану довкілля. Екологія аналізує та знаходить переваги чи недоліки та альтернативи, а споживач вже сам вирішує, що для нього є правильним.

Інформаційні джерела

1. Крижанівський, Є. І., and Г. В. Кошлак. "Екологічні проблеми енергетики." *Oil and Gas Power Engineering* 1 (25) (2016): 80-90.
2. Проценко, Л. О., and Ю. А. Шулле. Сучасні проблеми електроенергетики в Україні. Diss. ВНТУ, 2020.

Тихомирова Т. С., к.т.н., доцент

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

УДК 628.1:547.458(477)

ОЧИСТКА СТИЧНИХ ВОД ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЕКТИНОВИХ РЕЧОВИН

Стрижак Д.О.¹, Стрижак С.В.²

¹ Полтавський державний медичний університет

² Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка

Чим вищий рівень технологічного розвитку цивілізації, тим більша небезпека для екосистем від діяльності людини, в першу чергу страждають водойми. Наразі джерел чистої води з кожним днем стає все менше, а потреба в них зростає в міру зростання населення планети. У зв'язку зі збільшенням забруднення навколишнього середовища та чиста вода стає все більш цінним ресурсом. Єдиний шлях збереження водних ресурсів полягає у ефективному їх використанні та повторному використанні після очищення. Фундаментальною екологічною проблемою сьогодення, пов'язаною із забрудненням води, є наявність великої кількості нових забруднювачів таких як ліки, шкідливі продукти, промислові хімікати, важкі метали, еталюїди та пестициди, які різко та кардинально знижують якість питної води. Нові забруднювачі набувають все більшого значення в дослідженнях з очищення води, так як вони мають складну молекулярну природу і їх дуже важко виявити і видалити.

Протягом останніх двох десятиліть фармацевтичні препарати та важкі метали вважаються суттєвими забруднювачами довкілля, так як їхня присутність та концентрація у воді значно зросла. Фармацевтичні препарати можуть потрапляти в навколишнє середовище різними шляхами, включаючи сільськогосподарські стоки та міські або промислові відходи, здебільшого вони скидаються з очисних споруд.

На відміну від лікарських засобів, важкі метали широко поширені в земній корі та потрапляють у навколишнє середовище через певні геологічні процеси (до прикладу, виверження вулканів) або внаслідок антропогенної діяльності – виплавка металів, видобуток корисних копалин, тощо. Найбільше на підвищення важких металів у водоймах впливає технологічна діяльність (промисловість, виробництво кольорових пігментів або сплавів). Через вилуговування, інфільтрації та стоку метали та металоїди потрапляють у поверхневі та

підземні води. Після потрапляння важких металів у водойми, вони не зазнають хімічної деградації, як інші забруднювачі, але переважають у воді протягом тривалого часу. Присутність важких металів у воді може спричинити проблеми зі здоров'ям. Великі концентрації важких металів можуть підвищувати ризик виникнення раку та діабету, ураження шкіри, нирок, серцево-судинних розладів, нейротоксичності та пошкодження нейронів, серед іншого [1, 2].

Важкі метали є найнебезпечнішими компонентами хімічного забруднення поверхневих вод України. Їх значення своєрідне, оскільки вони не піддаються деструкції, як органічні речовини, а постійно знаходяться у водних екосистемах у певній формі. Їх фізико-хімічний стан змінюється в результаті гідролізу, комплексоутворення, адсорбції, осадження, акумулятивної здатності гідробіонтів і депонування в донних відкладах. Виникає цілий ряд проблем при побутовому і комерційно-промисловому використанні води, що містить йони важких металів. Учені наголошують на ефективності сорбційного методу очистки води від йонів металів. У якості сорбентів використовуються синтетичні сорбенти, активоване вугілля, а також деякі відходи виробництва, такі як шлак, тирса, зола та ін.

Одним із способів ефективного очищення стічних вод є використання природних полімерів, таких як пектин. Пектин – це група природних полісахаридів, що містяться в багатьох рослинах. Він є одним із головних компонентів клітинних стінок рослин та забезпечує їх структурну міцність та стійкість. Пектин розчиняється в воді, причому при нагріванні здатність до розчинення збільшується, осаджується спиртом й іншими органічними розчинниками. За підвищеної температури вище 100°C або в присутності йонів хлору пектин розкладається. Він має сорбційні та драглеутворюючі властивості, завдяки цьому, широко використовується в різних видах промисловості.

Сорбційні властивості пектинів обумовлюються їх здатністю до утворення пектатів – сполук іонів металів із гідроксильними групами поліцукридної матриці (галактози) та карбоксильними групами галактуронової кислоти.

Метод очищення стічних вод пектином від важких металів ґрунтується на явищі адсорбції, що притаманно пектинам. При додаванні пектину до стічної води, він утворює гель, який збирає в собі забруднення та іонообмінні смоли. Після цього гель можна легко видалити з води шляхом фільтрації. Серед d-елементів вивчено комплексоутворення пектинів з катіонами Cu^{2+} . Лігандний вузол у комплексах Купруму має псевдооктаедричну конфігурацію, де в екваторіальній площині катіон Cu^{2+} координується чотирма атомами Оксигену. Металокомплекси пектинових речовин нерозчинні у воді.

Нами було проведено експериментальне дослідження ефективності сорбційної здатності яблучно-цитрусового пектину по відношенню до йонів Феруму(III) Купруму(II) та Плюмбуму.

Важливим параметром для пектину, який визначає його фізико-хімічні властивості є ступінь естерифікації, також взаємопов'язана з ним величина – концентрація карбоксильних груп, яка є необхідною для розрахунку стехіометрії при проведенні хімічних реакцій, а також при вивченні процесів сорбції йонів металів. Для проведення дослідження використовувався яблучно-цитрусовий пектин виробництва Польща зі ступенем естерифікації 76 (високоестерифікований з концентрацією карбоксильних груп 1,34ммоль/л).

У дослідженні ми користувались міждержавними стандартами вимірювання масової концентрації загального Феруму з сульфосаліциловою кислотою, фотометричного визначення Купруму (II), турбідиметричного визначення Плюмбуму [3, 4].

Одержані результати показують, що сорбційна ємність яблучно-цитрусового пектину зі ступенем естерифікації 76 (високоестерифікований з концентрацією карбоксильних груп 1,34ммоль/л) є досить високою і становить для йонів Феруму 0,2776 моль/л, йонів Купруму 0,0034 моль/л, йонів Плюмбуму 0,0862 моль/л. Висока сорбційна ємність хітоазну по відношенню до йонів важких металів робить його унікальним сорбентом для виділення, концентрування та утилізації їх. Максимальний степінь вилучення Плюмбуму

був найбільший 88,5%, менший Феруму – 69,8%, та Купруму – 28,3% від вихідних концентрацій протягом 30 хвилин сорбції.

Пектин можна використовувати як єдиний реагент, так і в комбінації з іншими природними полімерами, такими як хітозан, гелан та інші. У такому випадку результат цього процесу досягає максимальних значень.

Інформаційні джерела

1. Hussain, S.; Habib-Ur-Rehman, M.; Khanam, T.; Sheer, A.; Kebin, Z.; Jianjun, Y. Health Risk Assessment of Different Heavy Metals Dissolved in Drinking Water. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, 1737.
2. Mitra, S.; Chakraborty, A.J.; Tareq, A.M.; Emran, T.B.; Nainu, F.; Khusro, A.; Idris, A.M.; Khandaker, M.U.; Osman, H.; Alhumaydhi, F.A.; et al. Impact of heavy metals on the environment and human health: Novel therapeutic insights to counter the toxicity. *J. King Saud Univ. Sci.* 2022, 34, 101865.
3. Алексєєв О.Л., Купчик М.П., Логінов М.О. Електроповерхневі властивості біополімеру пектину / О. Л. Алексєєв, М. П. Купчик, М. О. Логінов та ін. // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2007. – № 20. – С. 16–19.
4. Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу: Навчальний посібник /Т.А. Пальчевська, А.П. Строкань, Г.В. Тарасенко, О.І. Майборода, Г.Г. Куришко. - К.: КНУТД, 2013. - 237 с.

УДК 579.8 : 628.355 : 547.21

МУЛЬТИДИГРАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ АНАЕРОБНИХ БАКТЕРІЙ У СТИЧНИХ ВОДАХ, ЗАБРУДНЕНИХ НАФТОЮ ТА НАФТОПРОДУКТАМИ

**Крусір Галина, д.т.н., проф., Купріяшкіна Олена
Одеський національний технологічний університет**

Джерелами утворення нафтовмісних стічних вод у нафтогалузі є різні, включаючи видобуток, очищення та переробку, зберігання та транспортування. Але забруднення нафтовмісними стічними водами різних водних об'єктів із-за неефективного чи недостатнього очищення стічних вод, на сьогоднішній день, завдавало руйнівної шкоди природним екосистемам з серйозними економічними наслідками.

Нафта є гетерогенною і складною сумішшю, що складається в основному з вуглеводнів, таких як аліфатичні сполуки (лінійні, розгалужені, насичені та ненасичені), циклоалкани, моно- і поліароматики, асфальтени та смоли. Деякі ароматичні речовини, такі як бензол, толуол, етилбензол і ксилол та поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) є особливо токсичними та канцерогенними. Тому їх стійкість у навколишньому середовищі викликає велике занепокоєння.

Багато мікроорганізмів, особливо бактерії, гриби та дріжджі, використовують вуглеводні як джерела вуглецю та енергії. Більше того, мікробна біотрансформація є основним екологічним процесом, що впливає на долю ПАВ в наземних і водних екосистемах. Бактерії першими реагують на нафтове забруднення, беручи участь у деградації небезпечних органічних сполук. Численні унікальні шляхи бактеріального метаболізму вуглеводнів для випадку алканів-деструкторів за класифікацією виділено у дві мікробні групи, а саме: (1) високо спеціалізовані мікроби, і (2) мікроорганізми, що використовують широкий спектр сполук як джерело вуглецю.

Не хтуючи роллю анаеробних процесів, бактеріальний метаболізм забезпечує найбільш швидке та ефективне розкладання органічних сполук. Подальший біоінформаційний аналіз наявних на сьогоднішній день геномних даних проводиться з метою

виявлення філогенетичних зв'язків між окремими штамми та доведення, що гени, які забезпечують одночасний метаболізм н-алканів, можуть часто зустрічаються у різних таксонах бактерій. З огляду на зазначене вважаємо, що це спроба повідомити і зібрати дані про розподіл підвищеного потенціалу біодеградації по відношенню до структурно різноманітних органічних сполук у мікробному світі.

Мікроорганізми, здатні трансформувати як насичені аліфатичні та ароматичні вуглеводні повинні бути широко поширені в навколишньому середовищі, що можна припустити, виходячи з (1) гетерогенності нафтових забруднень, безпосередньо пов'язаного з наявністю н-алканів та ароматичних вуглеводнів у багатьох типах нафтових забруднень, (2) більш високу концентрацію н-алканів порівняно з іншими складовими у більшості нафтових забруднень, (2) вища концентрація н-алканів нафтових забруднень, (3) підвищена біодоступність ПАВ в межах забруднення, оскільки ці сполуки розчиняються в інших компонентах нафти, і нарешті (4) природна поява різних неполярних сполук на незабруднених ділянках. Таким чином, мультидеградаційні властивості можуть сприяти бактеріальній колонізації як забруднених, так і незайманих середовищ.

Для того, щоб описати природне різноманіття бактерій, які здатні розкладати як н-алкани, так і окремі ароматичні вуглеводні, в важливим значення наділено бактерії родів *Micrococcus*, *Rhodococcus*, *Bacillus*, *Aeromonas* і *Pseudomonas*, що беруть участь у цих процесах. Одночасно зростає кількість доказів, що підтверджують виникнення розгалужених шляхів катаболізму ароматичних вуглеводнів. Більше того, деякі бактерії здатні біотрансформувати ароматичну сполуку кількома способами, у тому числі і вище зазначені роди бактерій.

Унікальність таких різноманітних метаболічних профілів є екологічно конкурентною перевагою в порівнянні зі стратегією спеціалізації, наприклад, виключно деградація алканів, оскільки мікроби, що проявляють комбіновану активність, не залежать від наявності лише одного типу джерела вуглецю. Як наслідок, бактерії, що виявляють комбіновану активність, в результаті метаболізму в обох структурно різноманітних вуглеводневих груп, тобто н-алканів і ароматичних сполук, можуть мати сприятливий адаптаційний потенціал, оскільки можуть легко змінювати субстрати свого росту в умовах обмеженої доступності певної групи сполук. Ця особливість передбачає менший тиск конкуренції у порівнянні зі спеціалізованими деструкторами вуглеводнів.

Інформаційні джерела

1. Chebbi A, Hentati D, Zaghdien H, Baccar N, Rezgui F, Chalbi M, Sayadi S, Chamkha M (2017) Polycyclic aromatic hydrocarbon degradation and biosurfactant production by a newly isolated *Pseudomonas* sp. strain from used motor oil-contaminated soil. *Int Biodeterior Biodegrad* 122:128–140;
2. Guermouche M'rassi A, Bensalah F, Gury J, Duran R (2015) Isolation and characterization of different bacterial strains for bioremediation of n-alkanes and polycyclic aromatic hydrocarbons. *Environ Sci Pollut Res* 22:15332–15346;
3. Kumar M, Leo'n V, De Sisto Materano A, Ilzins OA (2007) Ahalotolerant and thermotolerant *Bacillus* sp. degrades hydrocarbons and produces tensions-active emulsifying agent. *World J Microbiol Biotechnol* 23:211–220;
4. Liu C, Wang W, Wu Y, Zhou Z, Lai Q, Shao Z (2011) Multiple alkane hydroxylase systems in a marine alkane degrader, *Alcanivorax dieselolei* B-5. *Environ Microbiol* 13:1168–1178;
5. Mukherjee A, Chettri B, Longpoklakpam JS, Basak P, Prasad A, Mukherjee AK, Bhattacharyya M, Singh AK, Chattopadhyay D (2017) Bioinformatic approaches including predictive metagenomic profiling reveal characteristics of bacterial response to petroleum hydrocarbon contamination in diverse environments. *Sci Rep* 7:1108;

6. Qi YB, Wang CY, Lv CY, Lun ZM, Zheng CG (2017) Removal capacities of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) a newly isolated strain from oilfield produced water. *Int J Environ Res Public Health* 14:e215;

7. Supel P, Kapusta P, Brzecz J, Kaszycki P (2016) Biodegradation of aliphatic and aromatic hydrocarbons by bacterial strains isolated from brown coal deposits. *New Biotechnol* 33:S134.

УДК 574.23.1

ЕКОЛОГІЧНА РОЛЬ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ У ФОРМУВАННІ МІКРОКЛІМАТУ МІСТА

**Келембет Ю.А., студентка II курсу факультету НГ та Е
Одеський національний технологічний університет,**

Мікроклімат парків, скверів, площ, вулиць, проспектів, майданчиків, дворів тощо формують мікроклімат міста. Дослідження показників мікроклімату в місті є важливими з точки зору ландшафтної архітектури, естетики, садово-паркового господарства.

Відмітимо, що мікроклімат міста відрізняється від мікроклімату околиць та сільських населених пунктів. приземна температура в містах, як правило, є вищою, ніж в сільській місцевості на 1–5°C і перебуває в прямій залежності від розмірів міста. Низка науковців у своїх роботах відзначають, що місто на температурній карті має вигляд окремого острова [1].

Таким чином, в наукову літературу було введено поняття «острів тепла» (Urban Heat Island (UHI)), яке було вперше використано Л. Говардом в 1820 році для відмітки температурного феномену в м. Лондон [2]. Негативним чинниками острова тепла науковці відмічають, що підвищені температури в містах влітку призводять до збільшення споживання води населенням та сприяють формуванню смогу.

Залежно від температурних, вологісних та радіаційних характеристик певної ділянки формують захисні насадження, які призначені для зниження трансформуючих чинників довкілля.

Серед компонентів біосфери найбільш істотним чинником нейтралізації забруднення повітряного середовища є саме рослинність, особливо деревно-чагарникові насадження та природні лісові масиви. Зелені насадження виконують різні функції у формуванні міського середовища: санітарно-гігієнічну, архітектурно-естетичну, емоційно-психологічну та ін. Для створення сприятливих умов життєдіяльності людини найбільш важлива санітарно-гігієнічна роль рослин. Працюючи як своєрідний живий фільтр, вони поглинають з повітря хімічні токсини і затримують на поверхні асиміляційних органів значну кількість пилу.

Водночас рослинні насадження повинні відповідати необхідним індексам життєвості та естетики.

За методикою, яка наведена [2], деревам, що належать до тієї чи іншої категорії життєвості, присвоюється певний бал: здоровим - 1,0; пошкодженим - 0,7; сильно пошкодженим - 0,4; вимираючим - 0,1; свіжому і старому сухостоєм - 0.

Розрахунок індексу стану дерев проводять за залежністю:

$$I_n = \frac{n_1 + 0,7n_2 + 0,4n_3 + 0,1n_4}{n},$$

де I_n - індекс життєвого стану деревостану за кількістю дерев,

n_1 - кількість здорових,

n_2 - пошкоджених,

n_3 - сильно пошкоджених,

n_4 - сухих дерев;

n - загальна кількість дерев (включаючи сухостій) на пробній ділянці;

0,7; 0,4 і 0,1 - бали пошкоджених, сильно пошкоджених і відмерлих дерев.

Оцінку естетичного стану дендрофлори полігону здійснюють за методикою Х. Г. Якубова (2005), яка передбачає 4-и бальну шкалу: 1 бал – високо естетичні дерева; 2 – естетичні; 3 – умовно естетичні; 4 - неестетичні.

У процесі дослідження структури і динаміки ценозів, що відображають різний рівень гемеробії [3] здійснено класифікацію типів фітоценозів за ступенем зміни місцезростань: слабозмінені, середньозмінені, сильнозмінені та дуже сильно змінені.

Питанням мікроклімату міста та окремих його компонентів (дворики, сквери, парки) присвячено чимало наукових праць як українських, так і закордонних вчених. Зокрема, вивчено, що мікроклімат у середині квартальних двориків старовинної частини Львова характеризується меншою порівняно з відкритим простором освітленістю (яка часом знижується у 50 разів) та вищою вологістю повітря (у 2 рази). Цей стан зумовлений розмірами дворику, його типом, плануванням, поверховістю навколишніх будинків, типом підстильної поверхні та ступенем озеленення [4]. Зазначено, що у внутрішньоквартальних двориках в невлаштованих біотопах характерне зменшення частки вибагливих та дуже вибагливих до багатства умов едафотопу видів рослин, що підтверджує зниження багатства умов місцезростання і формування вологих суборів на противагу вологим сугрудам [5].

Відмічено, що важливими чинниками, які обумовлюють мікрокліматичні особливості різних поверхонь Одеси, є топографічні особливості і своєрідність культурного ландшафту, зелені насадження, які сприяють покращенню мікроклімату міста.

Слід зауважити, що радіаційний баланс на відкритій території та під наметом (парки, сквери) також відрізняється.

Список літератури

1. Мадані М.М. Вплив урбоєкосистем на фітонцидну активність деревних рослин. *Аграрні інновації*. 2021. № 8. С. 56-60. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.8>
2. Шевченко О. Г., Сніжко С. І., Самчук Є. В. Температурні аномалії великого міста. *Український гідрометеорологічний журнал*. №8. С. 67-73.
3. Мадані М.М. Урбанізовані рослинні угруповання з домінуванням інвазійного *Acer Negundo*. *Аграрні інновації*. 2022. №14. С.78-86. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.12>
4. Олейнюк О. Р. (2008). Особливості мікроклімату двориків старовинної частини міста Львова. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2008. №18(12). С. 191-195.
5. Олейнюк О. Р. Інсоляція та мікрокліматичні особливості формування флори у внутрішніх двориках історичної частини Львова. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. № 23(5). С. 269-276.

Науковий керівник – Мадані М.М., канд. техн. наук, доцент кафедри ЕтаПТ

УДК 606.628.3:663

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПІДПРИЄМСТВ СПИРТОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Мандажи С.В., студент II курсу факультету НГ та Е
Одеський національний технологічний університет

Спиртова промисловість зорієнтована на сировину. Спирт використовують більш як у 150 галузях промисловості. Сировинною базою для виробництва спирту є меляса, дефективний цукор, зерно, картопля. Зазвичай, спиртові заводи розміщуються у невеликих населених пунктах. Більшість спирту в Україні виробляють з відходів цукрової промисловості.

До складу спиртової галузі входять 79 державних виробничих майданчиків, у тому числі 41 (з них працюють лише 12) – до складу ДП "Укрспирт", провідного виробника

харчового спирту. Наразі загальна збитковість підприємств, що утворюють спиртову промисловість, у 2020 р. сягнула 25,7 млн грн, лише 8 з 21 державного підприємства мали прибуток, а 11 підприємств перебувають у стані банкрутства.

У структурі реалізації спиртовими заводами етилового ректифікованого спирту найбільшу частку займають горілка та лікєро-горілчані вироби [1].

За витратами сировини виробництво спирту - наймасштабніше біотехнологічне виробництво в світі, а етанол за вартістю валового продукту - третій серед великотоннажної продукції.

Основними відходами спиртовиробництва, залежно від субстрату, є післяспиртова мелясна, післяспиртова зернова та післядріжджова мелясна барда з рН = 4,5-7,0, яку після упарювання утилізують на корм, добриво, кормову добавку, кормові дріжджі, виробництво лікарських препаратів (ацидину, глутамінату) тощо. На 1 000 дал спирту утворюється 140 м³ зернової барди, 12 000 дал мелясної барди, на якій отримують кормові сахароміцети.

Виробництво 1 л етанолу супроводжується утворенням 12-14 л стічних вод з вмістом 4,2 % с.р. [2].

В Україні технологія очищення стічних вод спиртзаводів, розроблена відділом екології УкрНДІспиртбіопрод, передбачає:

- очищення лютерних вод на установках біоочищення та повернення у виробництво;
- очищення післяспиртової зернової барди центрифугуванням або вакуум-фільтрацією з одержанням 25 % дробини, котру сушать на барабанній або дисковій сушарці з виходом 7 т білкового корму на 1000 дал спирту;
- охолодження рідкої фракції (100 т фільтрату на 1000 дал спирту) до 35-45°C і здійснення двостадійного анаеробно-аеробного очищення з отриманням біогазу.

При метановому зброджуванні спиртової барди (4,2 % с.р.) з 1 об'єму ферментаційної рідини утворюються 22 об'єми газу, 2,5 % кислоти (0,46 % мурашиної, 0,79 % оцтової, 0,86% пропіонової, 0,39 % масляної тощо) [3].

За рахунок утворення великого об'єму післяспиртової барди (12-15 дм³ на 1 дм³ спирту) прості методи її утилізації, такі як очищення на полях фільтрації, використання як корму для ВРХ у сирому вигляді, ферментація, не вирішують проблему в повному обсязі.

Оскільки барда має досить високу вологість (90-95 %), то використання фізико-хімічних методів, а саме сушіння з отриманням сухого корму DDGS, потребує дороговартісного обладнання та великих енерговитрат.

Вирощування кормової біомаси дріжджів, методи аеробного та анаеробного зброджування теж мають низку недоліків (утворення культуральної рідини, спухання активного мулу, нездатність системи до зниження високого БСК або ХСК, що потребує високоякісних комплексних рішень). Вирощування кормової біомаси дріжджів на ПСБ потребує встановлення додаткових споруд для очищення культуральної рідини. Для утилізації ПСБ методом анаеробного зброджування необхідно проводити її попередню обробку (розділення рідкої та твердої фаз, озонування тощо) забезпечувати додаткових речовин для стабілізації рН та елементів живлення, що підвищують вартість процесу.

Показано, що перспективним методом утилізації ПСБ є аеробне зброджування. Використання коферментації сирої барди з пташиним послідом дає змогу: збалансувати елементи живлення, привести значення рН до необхідних для процесу метаногенезу, досягти потрібного співвідношення С:N. За умов коферментації досягається вихід біогазу 265 см³/г СОР із вмістом метану 72±2% [4].

Сучасні тенденції, що існують в світі при використанні продукції спиртової промисловості, дозволяють вирішити низку взаємопов'язаних проблем соціального і екологічного характеру. Так, останнім часом все більшої значущості набувають технології спрямовані на покращення якості пального із використанням високооктанових кисневмісних добавок до бензинів, що дозволяє відносити сумішві бензини до біопалив. Вирішення цієї проблеми дозволить паралельно вирішити низку проблем галузей - споживачів, а саме енергетики та нафтопереробки. Також застосування високооктанових кисневмісних добавок

до бензинів при виробництві біопалива дозволить значно покращити екологічну ситуацію, особливо у великих містах.

Одним із найефективніших екологічних напрямків розвитку спиртової промисловості є впровадження комплексу заходів, які забезпечать виробництво спирту та його супутніх продуктів із найменшим вмістом шкідливих речовин, запобігатимуть порушенню екологічної рівноваги у навколишньому середовищі, що реалізується розробкою й провадженням новітніх екологічно безпечних технологій виробництва та утилізації його відходів.

Список літератури

1. Жонлер І. В. Організаційно - методичні підходи до підвищення ефективності підприємств спиртової промисловості України. *Агроперспектива*. 2012. № 8. С. 27-35.
2. Шевченко Р., Мадані М. Оптимізація анаеробного очищення стічних вод: збір. тез доп. 80 наук. конф. викладачів академії (Одеса, 7-8 травня 2020 р.). Одеса, ОНАХТ, 2020. С.-306-309.
3. Мадані М. М., Ткаченко А. С. Біологічна очистка стоків харчових підприємств: матеріали XIII всеукраїнської наук.-практ. конф. «Проблеми формування здорового способу життя у молоді» (Одеса, 1–3 жовтня 2020 р.). Одеса: ОНАХТ, 2020. С. 185-187.
4. Мадані М.М. Вплив стоків харчової промисловості на екологічну безпеку природних вод: матеріали 6-го Міжнародного конгресу «Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енегроощадність. Збалансоване природокористування» (Львів, 9-10 лютого 2021 р.). Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2021. С. – 76.

Науковий керівник – Мадані М.М., канд. техн. наук, доцент кафедри ЕтаПТ

UDC: 502/504:556

BIOPATEAU AS A SYSTEM FOR IMPROVING THE WATER QUALITY OF SAYRAN LAKE

Lyalya Timurova¹, Anastasiya Shmikova²

**Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satbayev (Kazakhstan)¹
Odesa National University of Technology (Ukraine)²**

Water objects on the territory of large cities should be aesthetically attractive to residents and contain the maximum possible number of recreational services, therefore all types of work aimed at ensuring these principles are of sufficient relevance.

The goal of the work: substantiation of engineering and environmental measures that will allow creating and permanently maintaining the natural-artificial recreational complex of Lake Sayran on the Bolshaya Almatynka River.

Job tasks:

- justification of the relevance of the work and the choice of research methods;
- assessment of the current state of the Bolshaya Almatynka River and Sayran Lake;
- justification of cleaning technology based on natural biological methods;
- substantiation of hydrotechnical structures that provide seasonal supply of water from the Bolshaya Almatynka River for cleaning;
- substantiation of facilities that seasonally provide water purification of the Bolshaya Almatynka River and Lake Sayran to the third quality class.

Scientific novelty: water purification of the Bolshaya Almatynka River and Lake Sayran only during the bathing season, which will eliminate the possibility of destruction of hydrotechnical structures due to possible changes in the regime of the river with a mountainous drainage area.

The work involves the construction of two dams that allow water to be directed to the bioplateau only during the bathing season, the rest of the time the bioplateau will exist only as artificial and natural aesthetic objects.

Practical meaning: the results of the work can be used in the development of engineering and ecological projects for the creation of recreation zones in the city of Almaty.

Lake Sayran is an artificially created reservoir for recreational purposes in the center of the city of Almaty on the site of a former quarry for the extraction of sand and gravel materials. The lake is filled by the Bolshaya Almatynka River, which is formed by the confluence of three water streams of the frontal moraine of two powerful Zailiysky Alatau glaciers. The river is prone to mudslides, destructive mudslides sometimes pass along it, reaching the territory of the city. Today, the riverbed is reinforced and concreted, special concrete barriers are installed along the riverbed, which dampen the speed of water movement during the melting of mountain snow and ice. The area of the lake is 50 hectares, its maximum depth is 12-15 m. In the 1970s, the lake was a popular recreational facility for city residents due to the high quality of mountain water.

In 2022, an excess of the LCP indicator was found in Lake Sayran, which indicates fecal pollution caused by the discharge of untreated wastewater from domestic and industrial enterprises into the river, uncontrolled water pollution by household waste.

To date, there is a strong degradation of the recreational potential of Lake Sayran and the recreation area of the townspeople adjacent to it.

On the basis of the conducted research, it is proposed:

- cleaning should be carried out only during the bathing season, which will eliminate the possibility of destruction of hydrotechnical structures due to possible changes in the regime of the Bolshaya Almatynka River;

- to create a bio-plateau next to Lake Sayran, to improve its recreational quality. The creation of a bioplateau also involves the creation of a dam for impregnation of water on the bioplateau (Fig. 1). The dam is proposed to be placed at the confluence of the Bolshaya Almatynka River into Lake Sayran.

- to create bioplates next to the Bolshaya Almatynka river for seasonal water purification in it. For water supply, it is planned to create two dams for the Pochaof water on the bioplateau (Fig. 2). Bioplateau is planned to be placed in the Park of the First President.



Fig. 1. Bioplateau project on Lake Sayran

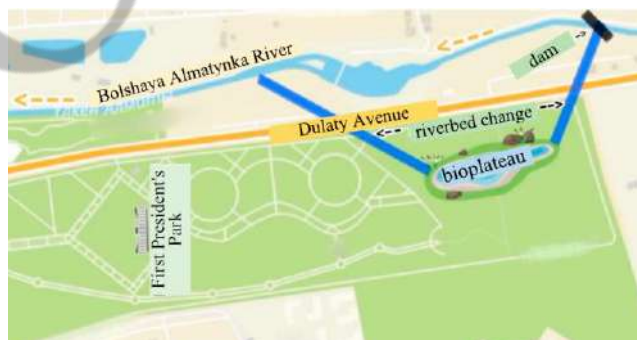


Fig. 2. Bioplateau project on the Bolshaya Almatynka River

The results of the work allow us to draw the following conclusions:

- in view of the complex hydrological regime of the Bolshaya Almatynka River, it is advisable to carry out cleaning measures seasonally during the recreational use of Lake Sayran;
- the proposed hydrotechnical structures (dams and bioplateau), provided they are properly designed, are able to improve the recreational potential of recreation areas in the city of Almaty;
- the use of bioplateau is a low-cost and effective way of water purification in the Bolshaya Almatynka River and Lake Sayran;
- the proposed use of bioplateau will allow support the chemical parameters of the water in Sayran Lake are not lower than the third quality class and to significantly improve the water quality in the Bolshaya Almatynka River.

References

1. Stolberg, F.V., Ladyzhensky, V. N., Vergeles, Y. I., Ishchenko, A. V., Khudyakov, A. A.

(2002). The use of bioplateau treatment facilities for the treatment of urban wastewater. Scientific and Technical Collection, 36, 182-185.

2. Sherenkov, I. A., Nesterenko, O. V. (2011) Aerobic-anaerobic biopond for biochemical treatment of wastewater contaminated with organic impurities and production of biogas. Patent database of Ukraine. <http://uapatents.com/2-93112-aerobno-anaerobnijj-biostavok-dlya-biokhimichnogo-ochishhennya-zabrudnenikh-organichnimi-domishkami-stichnikh-vod-ta-oderzhannya-biogazu.html>

3. Livshyts, M. N., Shapoval, O. Y., Hryshchenko, N. V., Prushansky, M. Y., Kravets, V. V., Maslov, V. M., Petruk, V. V. (2004) Device for wastewater treatment using higher aquatic plants. Patent database of Ukraine. <http://uapatents.com/3-3377-sporuda-dlya-ochishhennya-stichnikh-vod-z-vikoristannyam-vishhikh-vodyanikh-roslin.html>.

4. Stolberg, F. V. Low-cost technologies for ecological restoration of small rivers of Ukraine. Scientific and technical collection. 99. 253-266. https://eprints.kname.edu.ua/21751/1/253-266_Stolberg_ФВ.pdf.

5. UNEP Standard (2000) Phytotechnology and Ecotechnology. Manual for designing, constructing and operating.

6. Okysiuk, O.P., Stolberg, F.V. (1990) Assessment of the impact of hydrotechnical construction on water quality. Nauk. dumka.

*Academic supervisors: M. Katkov¹, c.t.s., as. prof., R. Shevchenko², c.t.s., as. prof.
Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satbayev (Kazakhstan)¹
Odesa National University of Technology (Ukraine)²*

УДК 373.5.015

ВПЛИВ КУЛЬТУРИ СПОЖИВАННЯ НА ЕКОЛОГІЮ

**Шмикова А.О. студентка факультету НГтаЕ, Гаркович О.Л. к.б.н., доцент
Одеський національний технологічний університет**

Сучасну науку відносно нещодавно зацікавила тема культури споживання і як вона може впливати як на суспільство, так і на екологічний стан навколишнього середовища. Виділяють щонайменше шість типів споживання: базове споживання, функціональне споживання, демонстративне споживання, споживання символів, ідейне споживання та емоційне споживання. Базове споживання – це придбання та використання якогось продукту задля задоволення власних потреб, що є необхідністю для існування. Воно не несе великої загрози забрудненню середовища, на відміну від функціонального споживання, яке означає раціональне розподілення коштів на свої потреби та на фінансову можливість їх придбання, тобто людина в першу чергу буде дивитись на ціnnик, а вже потім на якість товару [1]. Індустрія другої половини ХХ ст. була орієнтована на виготовлення довговічних речей, чого не скажеш про виробництво сучасних гаджетів, побутової техніки тощо. За допомогою різноманітних маркетингових ходів відомі бренди підштовхують споживачів купувати нові, більш функціональні моделі, з привабливим дизайном, як, наприклад, мобільні телефони. Те ж саме стосується і одягу, який купують у гонитві за модою. Остання у свою чергу в сучасному світі дуже мінлива, саме тому її називають «швидкою модою».

Поточна бізнес-модель, що характеризується масовим виробництвом, різноманітністю, гнучкістю та доступністю, була прийнята великими міжнародними магазинами модного одягу. За даними дослідників, швидка мода створює попит на 80 мільярдів нових предметів одягу щороку. Роздрібні продавці одягу приваблюють споживачів, пропонуючи широкий вибір стилів, кольорів і матеріалів за дуже доступними цінами [2]. На жаль, у погоні за модними і дешевими речами виробляється не дуже якісна продукція, яка через короткий термін часу опиняється у сміттевому баку, а вже потім на звалищах. Деякі з цих продуктів через ряд причин не можуть правильно переробити, до

прикладу, у випадку несортованого сміття, яке можуть вивезти на полігон муніципальних відходів.

Кількість текстильних відходів, що потрапляють на звалища та сміттєспалювальні заводи, величезна і зростає. За даними Європейської комісії, європейські споживачі викидають майже 5,8 мільйона тонн текстилю щороку, з яких 26% переробляється. Обсяги текстильних відходів у Великобританії та США становлять 350 000 тонн і 9,5 мільйонів тонн відповідно. Подібним чином майже 100 000 тонн у Гонконзі та 20 мільйонів тонн у Китаї щорічно викидаються на звалища [3].

Згідно з іноземними дослідженнями, від 1960 до 2015 року текстильні відходи у світі збільшились на 811% [2]. За статистичними даними українських дослідників у 2000-2007 роках викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення становили: підприємствами текстильної промисловості та пошиття одягу – 4,4 тис. т/рік (у середньому на одне підприємство припадало 13,3 т); виробництво шкіри та шкіряного взуття 1,1 тис. тон/рік (у середньому на одне підприємство припадало 12,7 т) [4]. І ці цифри нині неодмінно зросли, зокрема і через вплив «швидкої моди». На жаль, дешевий одяг має високу вартість для людей і планети. Синтетичні тканини, такі як поліестер, вимагають величезної кількості енергії для виробництва, а хімічні речовини, які використовують у виробництві, часто є токсичними. Один предмет одягу може вивільнити 700 000 волокон за одне прання. Як тільки одяг опиняється у пральній машині, синтетична тканина вивільняє крихітні волокна, так звану мікрофібру – мікроскопічні шматочки пластику. Щоразу, коли ми вмикаємо пральну машину, сотні тисяч цих волокон змиваються у каналізацію. Велика їх кількість опиняється на пляжах та в океанах, де вони залишаються на сотні років. Було підраховано, що 35% мікропластику походить від прання синтетичних тканин.

Використання натуральної бавовняної тканини у великій кількості також шкодить навколишньому середовищу, бо при виготовленні речей використовується надзвичайно багато водних ресурсів. Під час процесу перетворення бавовняної пряжі у тканину, виділяється приблизно 394 мільйони тонн CO₂ на рік, тобто 10% від усіх викидів вуглекислого газу. Більшість футболок виготовлено з бавовни, яку вирощують у 80 країнах 25 мільйонів фермерів, які виробили загалом 25,9 мільйона тонн волокна у період 2018 – 2019 років. На традиційне вирощування бавовни припадає 6% усіх пестицидів у світі, хоча воно використовує лише 2,4% суші. Фермери, як правило, використовують велику кількість синтетичних добрив, щоб збільшити кількість бавовни, яку вони вирощують, що може погіршити ґрунт і забруднювати річки. Понад 70% світового виробництва бавовни припадає на зрошувані ферми, а для вирощування однієї тони бавовни потрібні півтора олімпійських басейни. Ваша футболка могла б використати 7000 літрів води лише для вирощування бавовни, з якої вона виготовлена [5].

Етап фарбування одягу, мабуть, найбільш небезпечний для навколишнього середовища. Наприклад, у Камбоджі, де одяг становить 88% промислового виробництва, індустрія моди відповідає за 60% забруднення води. І через політику брендів швидкої моди покупці сприймають речі як щось одноразове [3]. На жаль, середня кількість разів одягання одягу, перш ніж його викинути, знижується. У Великій Британії одяг на суму понад 40 мільярдів фунтів стерлінгів (53 мільярди доларів США) зберігається у «задніх шафах». Після зміни тенденцій моди майже 350 000 тонн нерозпроданого одягу щороку потрапляє на звалище. Часто цей одяг ще «живе», якщо йому дати шанс – 90% подарованого одягу надходить до стелажів благодійних магазинів [3].

Вирішенням цієї проблеми є сортування відходів, що дозволить відокремити різні види сировини, щоб їх можна було переробити. У випадку з одягом, ми повинні його здавати окремо, на переробку, де йому можуть дати друге життя. Також, щоб скоротити надмірне споживання, варто підходити до придбання товарів свідомо, утримуватись від імпульсивних покупок дешевого одягу та намагатись купувати речі, якість яких зможе дозволити вам носити їх довгий час.

У цій роботі розглянуто вплив культури споживання на екологію. А саме, наслідком

такої культури є відходи різного типу, які через відсутність сортування накопичуються на звалищах, тим самим спричиняючи погіршення екологічного стану навколишнього середовища. Методами вирішення цієї проблеми є сортування сміття і свідоме споживання товарів. Також непотрібні речі можна здати або продати в пункти прийому одягу, де їх можуть передати у дитячі будинки, безхатченкам і просто людям, фінансове становище яких не дозволяє їм придбати новий і якісний одяг.

Інформаційні джерела

1. Євдоченко О. О. Моделі поведінки споживачів на світових товарних ринках. Світове господарство та міжнародні економічні відносини. Вип. 11. 2009. С. 239 – 245.
2. Textiles: Material-Specific Data. Available at: <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/textiles-material-specific-data>
3. Beasley J. Georgeson R. Advancing resource efficiency in Europe indicators and waste policy scenarios to deliver a resource efficient and sustainable Europe. Available at: www.eeb.org/EEB/?LinkServID=4E9BB68D-5056-B741-DBCCE36ABD15F02F.
4. Промисловість України у 2000–2007 роках: Статистичний збірник. К.: Держкомстат України, 2008. 304 с.
5. Зарецька Л. Що таке швидка мода та як ми можемо споживати свідомо: поради від активістів. Медія Шпальта. URL : <https://shpalta.media/2021/06/01/shho-take-shvidka-moda-ta-yak-mi-mozhemo-spozhyvati-svidomo-poradi-vid-aktivistiv/>

СЕКЦІЯ 2

**ТЕПЛОФІЗИКА,
НАНОМАТЕРІАЛИ ТА
НАНОТЕХНОЛОГІЇ,
НЕТРАДИЦІЙНА
ВІДНОВЛЮВАНА
ЕНЕРГЕТИКА, ПРИКЛАДНА
ЕКОЛОГІЯ**

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ АДСОРБЦІЇ ГАЗІВ НА ПОВЕРХНІ НАНОЧАСТИНОК

Борисов В.О., аспірант, Квасницький Б.А., аспірант, Глек Я.О., аспірантка
Одеський національний технологічний університет

Шостий технологічний уклад орієнтован на підвищення енергетичної ефективності устаткування з допомогою широкого застосування нового покоління робочих тіл, теплоносіїв, впровадження екологічно чистих технологій. Досягненню цієї мети сприяє широке застосування нанофлюїдів в енергетиці. Нанофлюїди використовуються як робочі тіла і тепло-холодоносії в різних теплообмінних апаратах. Так, наприклад, розчини холодоагентів з наномаслами доцільно застосовувати як робочі тіла для підвищення енергетичної ефективності різних типів холодильного обладнання [1]. Домішки наночастинок у теплоносіях та робочих тілах сприяють інтенсифікації теплообміну при вимушеній конвекції та теплообміну при фазових переходах [2].

До основних факторів, що визначають вплив наночастинок на теплофізичні властивості базових рідин відносять: відмінність властивостей наночастинок від властивостей базової рідини, формування поверхневого шару базової рідини або поверхнево активних речовин на наночастинках, властивості якого відрізняються від властивостей базової рідини [3]; перенесення енергії за рахунок участі наночастинок у броунівському русі. Ще одним недостатньо вивченим ефектом є вплив наночастинок або міцел на структуру базової рідини [4].

Однак на шляху успішного промислового впровадження технічно перспективних нанофлюїдів є серйозні практичні проблеми. Одна з основних проблем пов'язана з відсутністю комплексних досліджень властивостей та характеристик нанофлюїдів певного складу: від вивчення їхньої колоїдної стійкості, теоретичних та експериментальних досліджень теплофізичних властивостей до оцінки впливу наночастинок на процеси теплообміну [1]. Не менш важливою проблемою залишається розвиток методів еколого-енергетичної ефективності впливу домішок наночастинок у теплоносіях або робочих тілах на показники енергетичної ефективності обладнання, в якому вони використовуються

Приготування колоїдно-стійких (агрегативно-стійких) нанофлюїдів досі залишається ключовим питанням при дослідженні перспектив їх застосування в енергетиці. Сформовані навколо наночастинок міцели в базовій рідині беруть участь у складних енергетичних взаємодіях між собою та молекулами базової рідини [1]. Накопичений досвід виготовлення нанофлюїдів показує, що формування міцел у нанофлюїді значною мірою залежить від підготовки базової рідини та наночастинок перед їх змішуванням.

Слід наголосити, що наночастинок є відмінними сорбентами. Тому при контакті з довкіллям (вологим повітрям) на їх поверхні можуть сорбуватися молекули компонентів повітря та води. Адсорбційний шар на поверхні наночастинок, що складається з молекул води та компонентів повітря, бере участь у міжмолекулярній взаємодії між компонентами нанофлюїду. На жаль, ефект наявності сорбційного шару на поверхні наночастинок та його вплив на агрегативну стійкість нанофлюїдів залишається недостатньо вивченим.

Методика проведеного дослідження впливу адсорбції газів на поверхні наночастинок на колоїдну стабільність нанофлюїдів складалася із двох етапів. У першому етапі визначалася питома маса адсорбованого на поверхні наночастинок газу. З цією метою проводилося зважування вихідного зразка наночастинок, який мав тривалий контакт із навколишнім середовищем (вологе повітря). Маса зразка (приблизно 20г) вимірювалася на електронних аналітичних терезах. Невизначеність виміру маси зразків наночастинок не перевищувала $1 \cdot 10^{-4}$ г.

Як об'єкти дослідження використовувалися наночастки вироблені WenZhou JingCheng Chemicals Co., Ltd. Технічні характеристики та результати досліджень наночастинок.

Таблиця 1. Технічні характеристики об'єктів дослідження и результати дослідження

Наночастинки: Технічні характеристики	Al_2O_3	Al_2O_3	TiO_2	TiO_2	CuO
Структура	γ	α	Атаназ	Рутил	-
Чистота	99.9%	99.99%	99.9%	99.9%	99.5%
Розмір наночастинок методом DLS, нм	10	10	18	15	37
Питома поверхня, ВЕТ, м ² /г	120	8.7	49.5	41	65.38
Маса адсорбованого газу на 1г	2,2108	0,6564	0,7741	0,1994	0,1935
Товщина шару адсорбованого газу, нм	1,66	3,95	3	2,5	6,16
Маса адсорбованого шару на 1 наночастинку, г	$2,412 \cdot 10^{-19}$	$9,122 \cdot 10^{-17}$	$4,563 \cdot 10^{-19}$	$7,437 \cdot 10^{-20}$	$1,603 \cdot 10^{-18}$

Проведене дослідження показує, що на поверхні частинок молекул вологого повітря (кисню, азоту, води чи вуглекислого газу тощо) утворюються досить стійкі в часі адсорбційні шари. Товщина адсорбційних шарів різна для наночастинок різного хімічного складу та параметрів вологого повітря. Оскільки на поверхні наночастинок є певний електричний заряд, адсорбційний шар складається в основному з молекул води, які мають найбільший діпольний момент. Проведені експериментальні дослідження десорбційних процесів для різних зразків наночастинок з подальшою конденсацією одержаних газів підтверджують цей висновок.

З наведеної на таблицю 1 інформації випливає, що маса адсорбованих компонентів вологого повітря залежить від часу адсорбції, матеріалу наночастинок та його питомої поверхні. Проведене дослідження показує, що процес адсорбції газів на наночастинках залежить від параметрів середовища (температури, тиску і вологості), а також матеріалу наночастинок та їх питомої поверхні. Маса адсорбованого шару залежить як від питомої поверхні наночастинок, так і від матеріалу наночастинок.

Інформаційні джерела

1. Перспективы применения нанотехнологий в холодильной технике. Часть 1. Теплофизические свойства нанофлюидов: монография / В.П. Железний, Ю.В. Семенюк, О. Я. Хлиева, Н.Н. Лукьянов, А.Г. Никулин, А.С. Никулина; под редакцией В.П. Железного. - Одесса: «Феникс», 2019.-313с.
2. Nikulin, A. Study of pool boiling process for the refrigerant R11, isopropanol and isopropanol/ Al_2O_3 nanofluid [Text] / A. Nikulin, O. Khliyeva, N. Lukianov, V. Zhelezny, Yu. Semenyuk // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2018. - № 118. – P. 746-757.
3. Zhelezny V, Khliyeva O, Motovoy I, Lukianov N. An experimental investigation and modelling of the thermal and caloric properties of nanofluids isopropyl alcohol- Al_2O_3 nanoparticles. Thermochim. acta. 2019;678:178296.
4. Zhelezny VP, Khanchych KY, Motovoy IV, Nikulina AS. On the nonmonotonous behavior of the thermal properties of fullerene C_{60} /o-xylene solutions. J. Mol. Liq. 2021;338:116629.

Науковий керівник: Железний В.П. д.т.н., проф.
Одеський національний технологічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ КОМПОЗИЦІЙНИХ ТЕРМОАКУМУЛЮЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ ПАРАФІН / ТЕРМОРОЗШИРЕНИЙ ГРАФІТ

Глек Я.О., аспірантка, Івченко Д.О., к.т.н.
Одеський національний технологічний університет

Розробка ефективних технологій виробництва, перетворення, зберігання та використання енергії вважається одним із найважливіших завдань для сталого розвитку людської спільноти. При ефективному акумулюванні та використанні відновлюваної енергетики проблеми, пов'язані з нестачею енергії та її втратами, можуть бути значною мірою усунуті. Доцільність використання термоакумуючих матеріалів (ТАМ) викликає великий інтерес, оскільки термоаккумулятори мають перевагу у простоті їх використання, низьких інвестиційних витратах, постійній температурі під час накопичення тепла та високої щільності накопичення енергії. Існує великий практичний потенціал застосування ТАМ, включаючи побутове водопостачання, рекуперацію тепла промислових відходів, регулювання температури та енергозбереження в будинках, а також збирання та зберігання сонячної та теплової енергії [1, 2].

Парафін (ПВ), широко використовуваний органічний ТАМ, є перспективним кандидатом для зберігання теплової енергії через його високу ентальпію фазового переходу, хорошу термостабільність і незначне переохолодження. Крім того, його низька вартість, відсутність токсичності та інертність по відношенню до конструкційних матеріалів роблять його конкурентоспроможним для практичного застосування [1].

У цій роботі пропонується технологія приготування композиційних ТАМ парафін/ТРГ (терморозширений графіт) регламентованого складу з метою забезпечення заданих технологічних та теплофізичних властивостей нового покоління термоакумуючих матеріалів з урахуванням специфічних особливостей парафіну та ТРГ.

Схема лабораторної експериментальної установки для створення композиційного термоакумуючого матеріалу представлена на рисунку 1.

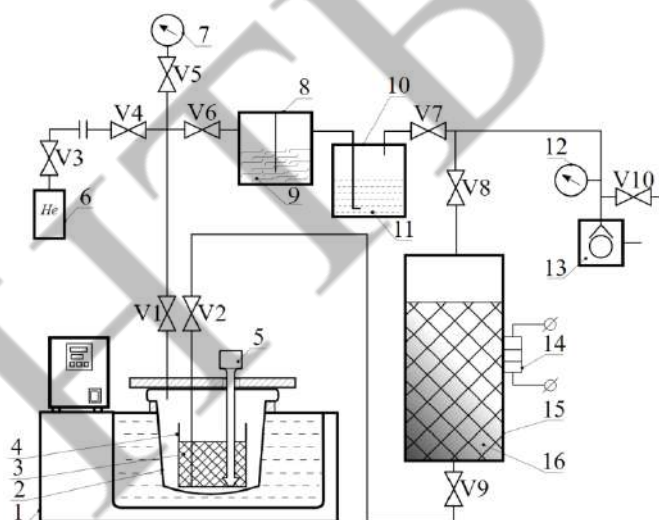


Рисунок 1 – Схема установки для створення композиційних ТАМ ПВ/ТРГ:

- 1 – термостат; 2 – вакуум-ексикатор;
- 3 – ТРГ; 4 – лабораторна склянка;
- 5 – ультразвуковий диспергатор;
- 6 – балон з гелієм; 7 – манометр;
- 8 – склянка Тищенко; 9 – мінеральна вата;
- 10 – гідравлічна вакуумна пастка;
- 11 – вакуумне масло; 12 – вакуумметр;
- 13 – вакуумний насос; 14 – нагрівач;
- 15 – металевий циліндр; 16 – парафін;
- V3 – вентиль; V1, V2, V4-V9 – лабораторні скляні крани.

Підготовка парафіну полягала у видаленні розчиненого у ньому повітря. Для цього проводилася багаторазове вакуумування розплавленого парафіну, поміщеного в металевий циліндр 15 з подальшою його кристалізацією. Потім, при закритому крані V7 і відкритих кранах V2, V8, V9 і V10 парафін під дією різниці тисків подавався в нижню частину склянки 4 заповненої ТРГ. Заповнення пір ТРГ парафіном здійснювалося за рахунок

поверхневих сил, що виключало ущільнення ТРГ під дією сил тяжіння парафіну, що надходить у склянку 4. Наступним етапом була ультразвукова обробка зразка з використанням ультразвукового занурювального диспергатора 5, встановленого на металевій кришці вакуум-ексикатора. Ультразвукова обробка проводилася при тиску 5 кПа та температурі 60°C протягом 10 годин (по 5 хвилин).

Важливим завданням дослідження властивостей композиційних ТАМ ПВ/ТРГ за різної концентрації ТРГ є вивчення стабільності їх властивостей (густини, складу) з часом під час експлуатації термоакумуляторів в умовах циклічного теплового навантаження. З метою вивчення зразки ТАМ, заправлені в пробірки невеликого діаметра, були піддані циклічній термічній обробці за рахунок нагрівання від 20 до 60 °C і подальшого охолодження до 20 °C. Час термостатування при кожній температурі становив близько 15 хвилин, кількість циклів - 100. Далі зразки в твердій фазі витягувалися з пробірок, поділялися на 4 приблизно рівні частини по висоті, зважувалися. Далі здійснювалося відділення ТРГ від парафіну визначення його концентрації: зразки багаторазово промивалися нефрасом, а залишившийся на паперовому фільтрі залишок зважувався. Залежність концентрації ТРГ від висоти відбору зразків композиційного ТАМ демонструє рисунок 2.

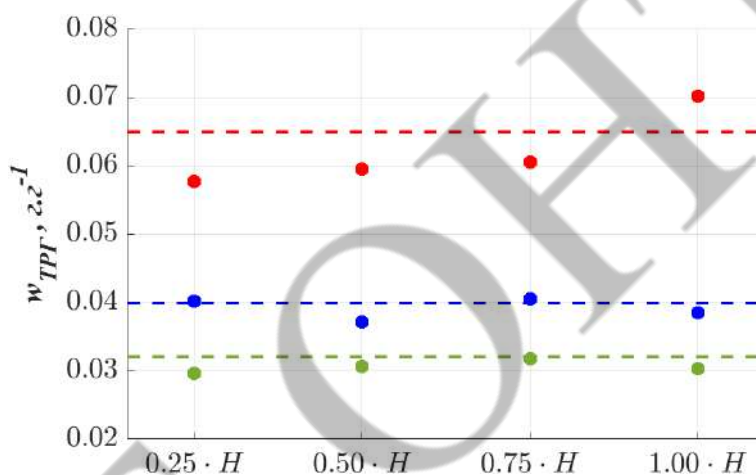


Рисунок 2 – Залежність концентрації ТРГ у зразках ПВ/ТРГ 3.2%, ПВ/ТРГ 4.0% та ПВ/ТРГ 6.5% за їх висотою (H) у пробірці:

- Середня масова частка в пробах на різних висотах; - - - - Початкова масова частка проби

Як видно з рисунку 2, для зразків ПВ/ТРГ 3.2%, ПВ/ТРГ 4.0% і ПВ/ТРГ 6.5% концентрація ТРГ за висотою не змінюється, що підтверджує збереження структури термоакумуляційного матеріалу, що складається з ТРГ, заповненого парафіном після багаторазових циклів плавлення та кристалізації.

Інформаційні джерела

1. Zhenghui Shen, Soojin Kwon, Hak Lae Lee, Martti Toivakka, Kyudeok Oh, Cellulose nanofibril/carbon nanotube composite foam-stabilized paraffin phase change material for thermal energy storage and conversion, Carbohydrate Polymers, Volume 273, 2021, 118585, ISSN 0144-8617, <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118585>.
2. Rostami S, Afrand M, Shahsavari A, Sheikholeslami M, Kalbasi R, Aghakhani S, Shadloo MS, Oztop HF. A review of melting and freezing processes of PCM/nano-PCM and their application in energy storage. Energy. 2020;211:118698. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118698>

Науковий керівник: Желєзний В.П., д.т.н., проф.
Одеський національний технологічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНТАЛЬПІ РОЗМИТИХ ФАЗОВИХ ПЕРЕХОДІВ РОЗЧИНІВ ПАРАФІН/ТЕРМОРОЗШИРЕНИЙ ГРАФІТ У НАВЕДЕНИХ КООРДИНАТАХ

Глек Я.О., аспірантка, Квасницький Б.А., аспірант, Івченко Д.О., к.т.н.
Одеський національний технологічний університет

Термоакумулявання стає важливим напрямом підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів як у традиційній, так і альтернативній енергетиці [1]. Особливо доцільно використовувати термоакумуляючі матеріали (ТАМ) для накопичення низькопотенційної енергії в сонячних енергетичних установках, для яких є характерним періодичний режим генерації енергії [1, 2].

В останні роки опубліковано чимало інформації про позитивний вплив терморозширеного графіту (ТРГ) на теплопровідність ТАМ на основі парафінів (ПВ). Разом з тим інформація про вплив ТРГ на калоричні властивості залишається досить суперечливою [3]. Якщо підвищення теплопровідності композиційних ТАМ ПВ/ТРГ зазвичай пояснюють високою теплопровідністю графіту та ієрархічною структурою графітової матриці, ефекти впливу ТРГ на калоричні властивості парафіну залишаються недостатньо вивченими.

У цій роботі було виконано дослідження ефективної теплоємності та ентальпії фазового переходу зразків композиційного ТАМ ПВ/ТРГ методом монотонного нагрівання в калориметрі змінної температури. Отримані результати дослідження ефективної теплоємності демонструє рисунок 1.

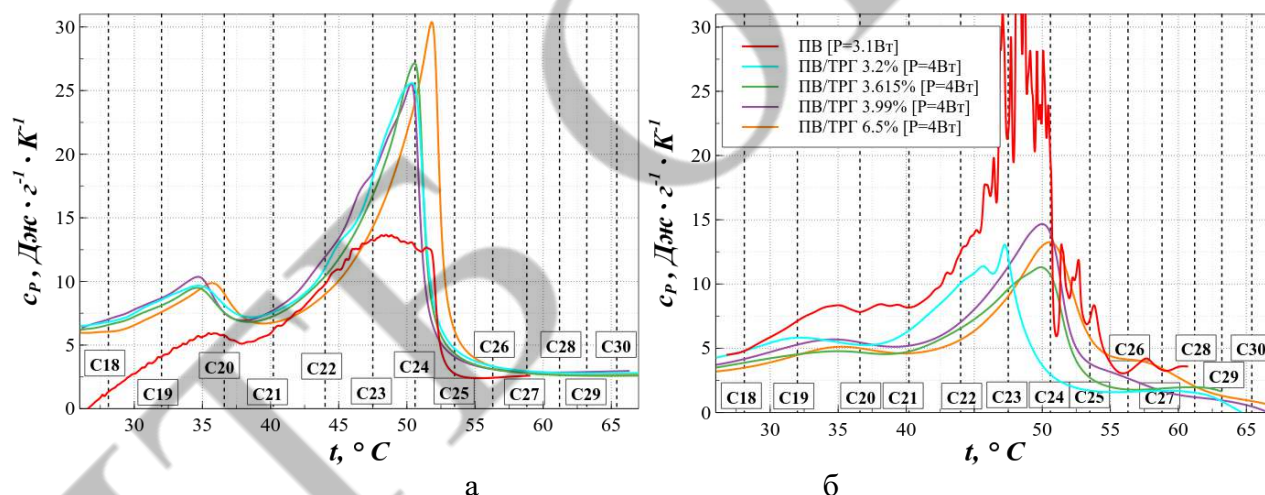


Рисунок 1 – Температурні залежності ефективної теплоємності досліджуваних зразків ПВ/ТРГ при охолодженні (а) та нагріванні (б); пунктирні вертикальні лінії вказують середні температури фазових переходів для алканів від C18 до C29 [4]

Отримані експериментальні дані показують, що температури фазових переходів при нагріванні та охолодженні відрізняються та залежать від концентрації ТРГ. Тому дослідження ефектів впливу ТРГ на калоричні властивості доцільно проводити не для певних інтервалів абсолютних температур, а для термодинамічески відповідних станів. Наприклад, для однакових інтервалів наведеної температури, де як параметр наведення може розглядатися температура фазового переходу композиційних ТАМ. Значення нормалізованих ентальпій фазового переходу композиційного ТАМ визначалися як відношення повної ентальпії фазового переходу композиційного ТАМ до масової частки парафіну [3].

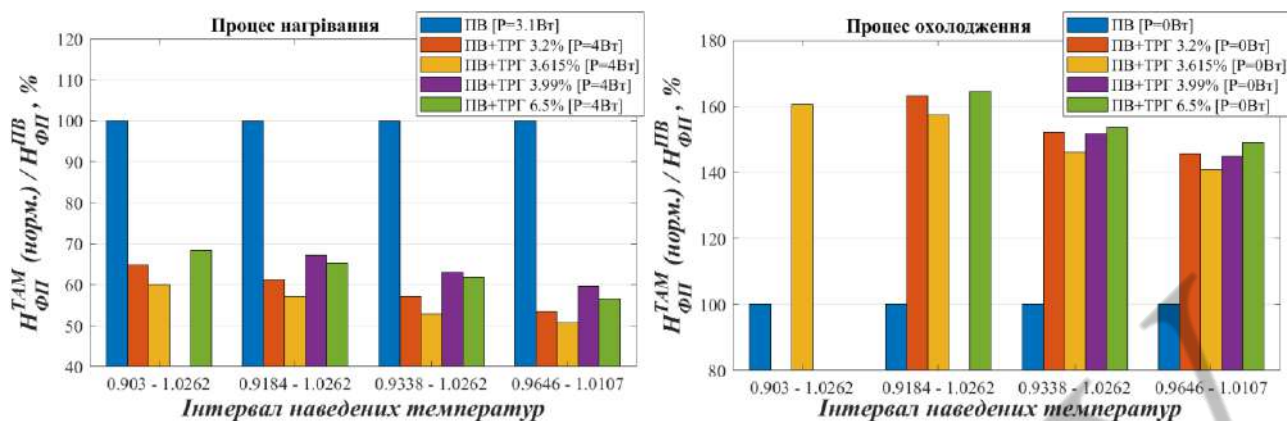


Рисунок 2 - Нормалізовані значення ентальпії фазових переходів композиційних ТАМ ПВ/ТРГ при різних інтервалах наведених температур ($T/T_{ФП}$)

З рисунка 2 випливає, що при охолодженні зразків композиційних ТАМ нормалізовані значення ентальпії фазових переходів більші за ентальпії фазових переходів парафіну. Збільшення кількості ТРГ у композиційному ТАМ не призводять до зростання ентальпії фазових переходів, оскільки всі пори вуглецевої матриці ТРГ при масових концентраціях понад 3,2 % вже заповнені парафіном і подальше збільшення теплового ефекту адсорбції практично відсутнє. Навпаки, при нагріванні зразків зі збільшенням концентрації ТРГ нормалізована ентальпія фазового переходу зменшується за рахунок придушення теплових флуктуацій при фазових трансформаціях парафіну.

Проведене дослідження показує, що наявність вуглецевої матриці в композиційних ТАМ ПВ/ТРГ суттєво впливає на процеси плавлення та кристалізації парафіну. Формування адсорбційного шару парафіну на поверхні пір ТРГ (упорядкованої структури порівняно з рідиною) з виділенням теплоти сприяє значному збільшенню ентальпії фазового переходу композиційного ТАМ при охолодженні зразків. При нагріванні зразків графітова матриця ТРГ пригнічує теплові флуктуації руйнування метастабільних структур парафіну, що призводить до зменшення ентальпії композиційних ТАМ ПВ/ТРГ порівняно з чистим парафіном.

Інформаційні джерела

1. M. Mofijur, Teuku Meurah Indra Mahlia, Arridina Susan Silitonga, Hwai Chyuan Ong, Mahyar Silakhori, Muhammad Heikal Hasan, Nandy Putra, S.M. Ashrafur Rahman Phase Change Materials (PCM) for Solar Energy Usages and Storage: An Overview Energies 2019, 12, 3167; doi:10.3390/en12163167
2. Sharma, A.; Tyagi, V.V.; Chen, C.R.; Buddhi, D. Review on thermal energy storage with phase change materials and applications. Renew. Sustain. Energy Rev. 2009, 13, 318–345.
3. Fang G, Yu M, Meng K, Shang F, Tan X. High-performance phase-change materials based on paraffin and expanded graphite for solar thermal energy storage. Energy Fuels. 2020;34(8):10109-19.
4. Himran S, Suwono A, Mansoori GA. Characterization of alkanes and paraffin waxes for application as phase change energy storage medium. Energy sources. 1994;16(1):117-28. https://doi.org/10.1080/00908319408909065

Науковий керівник: Желєзний В.П., д.т.н., проф.
Одеський національний технологічний університет

Відповідно до загальносвітової тенденції, міжнародним угодам та діючим нормативним документам, зростання обсягів застосування аміаку в якості холодильного агенту стає одним з магістральних шляхів розвитку вітчизняної холодильної галузі. Використання аміаку в якості холодильного агенту не є чимось новим – він успішно використовується в цій якості в промислових холодильних установках уже понад 130 років. Аміак – високотоксична, пожежо- та вибухонебезпечна речовина. В середині минулого століття в багатьох сферах холодильної галузі його стали замінювати іншими холодоагентами. На ринку з'явилися синтетичні вуглеводні (хладони), які обіцяли повністю витіснити аміак з холодильної техніки.

Аналізу достоїнств і недоліків аміаку в порівнянні з хладонами присвячено безліч публікацій, але однозначної відповіді на це питання досі немає. Точно можна сказати лише про те, що він не належить ні до озоноруйнуючих речовин ($ODP/ORP = 0$), ні до парникових газів ($GWP/ПГП = 0$), що в умовах повсюдного виведення з ужитку і тих і інших робить аміак прийнятною альтернативою як гідрохлорфторвуглеців (ГХФВ), так і гідрофторвуглеців (ГФВ). Також завдяки високому енергетичному ККД потенціал непрямого глобального потепління аміаку (R717) також порівняно низький. Цей газ має характерний їдкий запах, що забезпечує його високий ефект попередження, – він може визначатися органолептичним методом при концентраціях від 3 мг/м^3 , тобто задовго до появи шкідливої для здоров'я концентрації ($> 1750 \text{ мг/м}^3$). Крім того, аміак легший за повітря, тому він швидко піднімається вгору і може бути порівняно легко видалений через систему вентиляції [1].

Розглядаючи стан і перспективи застосування аміаку в холодильній галузі, слід говорити про три складових питання: техніко-економічну; правову та організаційно-технічну; суспільно-політичну. У техніко-економічному аспекті – доступність і вартість аміаку – практично вирішене.

Набагато серйозніша проблема – відсутність виробництва сучасного холодильного обладнання та комплектуючих (включаючи системи автоматичного управління і контролю параметрів) для аміачних холодильних установок. На вітчизняному ринку аміачного холодильного обладнання досить багато пропозицій від зарубіжних виробників. Однак не завжди вони влаштовують споживачів за цінами, термінами поставки і монтажу. Відродження галузі вітчизняного холодильного машинобудування є досить проблематичним, так як вимагає об'ємних і довгострокових інвестицій. А зважаючи, стан війни, в якому знаходиться зараз країна, це стає практично неможливим.

Правові та організаційно-технічні складності при збільшенні обсягів застосування аміаку в якості холодильного агенту обумовлені в першу чергу його високою токсичністю і потенційною вибухонебезпечністю.

В Україні приділяють велику увагу питанням промислової безпеки в цілому і безпеки аміачних холодильних установок (АХУ). На особливу увагу в сенсі безпеки експлуатації вимагають установок, які відпрацювали понад 20 років, а таких сьогодні в переважна більшість. Багато підприємств виводять з експлуатації АХУ і переводять холодильні установок на використання більш безпечного хладону.

Але з точки зору безпеки оптимальним рішенням було б переоснащення АХУ на одноагрегатні установок з дозованим заповненням аміаком і їх повна автоматизація.

У свідомості більшості людей міцно вкоренилося уявлення про аміак як про вкрай вибухонебезпечний і токсичний газ. Дійсно, аміак теоретично вибухонебезпечний при об'ємному вмісті в повітрі від 15 до 28%. Однак випадки вибуху повітряно-аміачної суміші досить рідкісні і були можливі тільки за відсутності надійної автоматики. При цьому миттєва розгерметизація аміачної холодильної установок не приведе до моментального викиду

аміаку в атмосферу: вийде тільки парова фаза, яка становить незначну частину від загального вмісту аміаку в системі [2]. Решта – рідкий аміак буде повільно випаровуватися. Небезпечні властивості аміаку виявляються тільки при великій його кількості (кілька тон) в системі і при критичних концентраціях. У традиційній насосно-циркуляційній системі заправка аміаку становить близько 3 кг на 1 кВт холоду.

Аміачні установки, що містять мінімальну кількість аміаку і оснащені сучасними засобами автоматизації, зводять до мінімуму можливі наслідки аварійних ситуацій. Для підвищення безпеки аміачно-холодильного обладнання необхідно використовувати нові установки з малою кількістю аміаку, знижувати аміакоємність діючих установок за рахунок часткової реконструкції, використовувати холодильні машини з малоємними теплообмінними апаратами для охолодження проміжних холодоносіїв, застосовувати проміжні холодоносії, які нейтральні до металів та екологічно безпечні. Убезпечення аміачно-холодильного обладнання також можна досягти шляхом зменшення середньорічного робочого тиску (тиск конденсації холодагента) за рахунок максимального використання природного холоду, забезпечення необхідного рівня контролю параметрів, автоматичного захисту і управління. За кордоном аміак застосовується, наприклад, в системах кондиціонування і холодопостачання супермаркетів.

Таким чином, можна сказати, що збільшення обсягів застосування аміаку в якості холодильного агента з одночасним забезпеченням безпечної експлуатації діючих і новостворюваних АХУ є загальнодержавною задачею не тільки технічного, але також екологічного і соціального характеру.

Інформаційні джерела

1. Хімічні властивості аміаку. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://disted.edu.vn.ua/courses/learn/135>
2. Техніка безпеки під час експлуатації холодильних установок. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://buklib.net/books/35213>

Науковий керівник: Семенюк Д.П., к.т.н., професор кафедри інтегрованих електротехнологій та енергетичного машинобудування Державного біотехнологічного університету м. Харків

УДК 621.565.93.95

ХОЛОДИЛЬНІ СИСТЕМИ НА CO₂ ЕКОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВ РІТЕЙЛУ

**Лагодич В.Д., магістр
Державний біотехнологічний університет**

Монреальський протокол щодо речовин, що руйнують озоновий шар, забезпечив успішне виключення з обігу речовини, що руйнують озоновий шар. Кігалійська поправка націлює міжнародне співтовариство щодо скорочення споживання гідрофторвуглеців (ГФУ). На сьогодні ГФУ домінують на ринку холодильних агентів. Вони мають нульовий озоноруйнівний потенціал (ODP), проте значно впливають на зміну клімату, ніж вуглекислий газ (CO₂). В даний час викиди ГФУ складають невеликий відсоток парникових газів, але через зростання потреб у кондиціонуванні повітря та охолодженні в розвинених країнах, що особливо розвиваються, очікується, що їх викиди виростуть більш ніж у 20 разів.

До альтернатив ГФУ, що мають низький потенціал глобального потепління (GWP), можна віднести холодоагенти природного походження, такі як вуглеводні (НС), аміак (NH₃) та діоксид вуглецю (CO₂), а також гідрофторолефіни (ГФО). Кожний з них має свої переваги

та недоліки. Розглянемо основні переваги та недоліки альтернативних холодоагентів за даними [1]. Аміак (R-717) – холодоагент природного походження, GWP = 0, нульовий ODP, невисока вартість, широка доступність, висока енергоефективність, висока охолоджувальна здатність, висока токсичність [1]. Вуглеводні (пропан: R-290, ізобутан: R-600a, пропілен: R-1270), холодоагенти природного походження, нетоксичні, GWP < 3, нульовий ODP, невисока вартість, широка доступність, висока енергоефективність, висока охолоджувальна здатність, проте є легкозаймистими речовинами [1]. Гідрофторолефіни (R-1234yf, R-1234ze) GWP < 10, нульовий ODP, енергоефективність та охолоджувальна здатність такі самі, як у ГФУ до недоліків можна віднести наступне: синтетичні хімічні речовини, висока вартість, утворення побічних продуктів, шкідливих для довкілля і здоров'я, важкозаймисті речовини [1]. Діоксид вуглецю CO₂ (R-744), нейтральний холодоагент, нетоксичний, незаймистий, GWP = 1, нульовий ODP, невисока вартість, широка доступність, висока енергоефективність, висока охолоджувальна здатність, проте йому притаманний високий робочий тиск, знижена ефективність за температур навколишнього середовища > 31 °C.

Враховуючі наведенні вище переваги та недоліки альтернативних холодоагентів, що мають сприятливі еколого-економічні показники, можна зробити висновок, що на сьогодні CO₂ є перспективним холодоагентом для застосування у холодильних системах вітчизняних підприємств рітейлу.

Як холодоагент CO₂ має відмінні теплофізичні властивості, забезпечуючи системі високу продуктивність і низьке енергоспоживання [2]. Діаметр трубопроводів систем на CO₂ значно менший у порівнянні з фреоновими установками, що знижує ризики втрат при роботі, а також дозволяє зменшити типорозмір арматури [2]. Первинні капітальні витрати при використанні CO₂ можуть бути вищими за стандартні, але в довгостроковій перспективі вони виправдані, оскільки знижують термін окупності проектів [3].

Розглянемо можливості конструктивних рішень холодильних систем на CO₂ для вітчизняних підприємств рітейлу. CO₂ може використовуватися як холодоагент у холодильних системах вітчизняних підприємств рітейлу різних типів, що працюють як у докритичних (субкритичних), так і надкритичних (транскритичних) циклах.

Найчастіше субкритичний цикл застосовують при каскадній схемі холодопостачання. Як правило, у верхній гілці каскаду як холодоагент використовують R717 або R134a, а в нижній гілці – R744 (CO₂) у діапазоні температур від мінус 35 ° (температура кипіння) до 10 °C (температура конденсації), що відповідає тискам від 12 до 26,5 бар. Існують різні види субкритичних каскадних холодильних систем на CO₂: системи з безпосереднім кипінням, системи з насосною циркуляцією, системи на CO₂ із вторинним ропним контуром або комбінації цих систем [4]. Ряд компаній розробили та пропонують каскадні холодильні центральні на CO₂, які використовуються для холодильних систем супермаркетів.

Транскритичні холодильні системи на CO₂ на сьогодні використовуються в холодильних системах з бустер-компресором на CO₂ у діапазоні температур від мінус 35 ° (температура кипіння) до +40 °C (температура конденсації), що відповідає тискам від 12 до 90 бар [3]. Як відомо, особливість транскритичної холодної системи в тому, що при її роботі не відбувається конденсації холодоагенту, завдяки чому досягається мінімальна різниця між температурою навколишнього середовища та температурою холодної агенти, що можна використати для переносу тепла в системі рекуперації [4]. Дана властивість дає можливість збільшити кількість тепла, що рекуперується при збільшенні температури навколишнього середовища.

Найчастіше у транскритичній бустерній системі CO₂ є холодною агенти для низькотемпературних, середньотемпературних та високотемпературних об'єктів, а високопотенційне тепло з магістралі нагнітання використовується для рекуперації тепла. Таким чином, ми отримуємо в одній холодної системі інтеграцію систем охолодження та обігріву.

Проведений аналіз холодильних систем на CO₂ показав перспективність їхнього застосування для систем холодозабезпечення вітчизняних підприємств рітейлу. Виникаючі при цьому складності, вирішуються різноманітними схемними рішеннями, розробленими та апробованими фахівцями провідних холодної компаній світу.

Інформаційні джерела

1. Вимоги безпеки і стандарти для виробників та операторів обладнання для штучного охолодження, кондиціонування повітря і теплових насосів (RACHP) в Україні. Методичні рекомендації / Julia Haack, Edgar Timm, Dietram Oppelt // HEAT GmbH, 2021 р. – 36 с.
2. “ASHRAE Position Document on Refrigerants and their Responsible Use”, available at: <https://www.ashrae.org>.
3. Системи охолодження на CO₂ для продовольчих магазинів роздрібної торгівлі [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www.danfoss.com/CO₂](http://www.danfoss.com/CO2)
4. Петренко О. В. Використання CO₂ у системах холодопостачання торговельних підприємств / О. В. Петренко, Д. П. Семенюк, І. Р. Діц // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. - 2017. - Вип. 1. - С. 184-195.

*Науковий керівник: Петренко О.В., к.т.н., доцент
Державний біотехнологічний університет*

УДК 620.92

НЕТРАДИЦІЙНІ ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

Свиридон Б.М.

Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Київ

На сьогоднішній час Україна закуповує за кордоном понад половину енергоносіїв (газ, нафта, вугілля). Разом з тим, на території нашої держави є нетрадиційні та відновлювані джерела енергії [1].

Ми переглядаємо наші підходи до виробництва електроенергії, починаємо шукати нові рішення та використовувати енергію із відновлюваних джерел.

Першим способом є сонячні батареї. На даний час вони стають все більш доступними для використання в побуті та промисловості, адже їх виробництво зростає та зменшує ціну. Із допомогою сонячних колекторів ми можемо отримувати електроенергію, а також підігрівати воду [2].

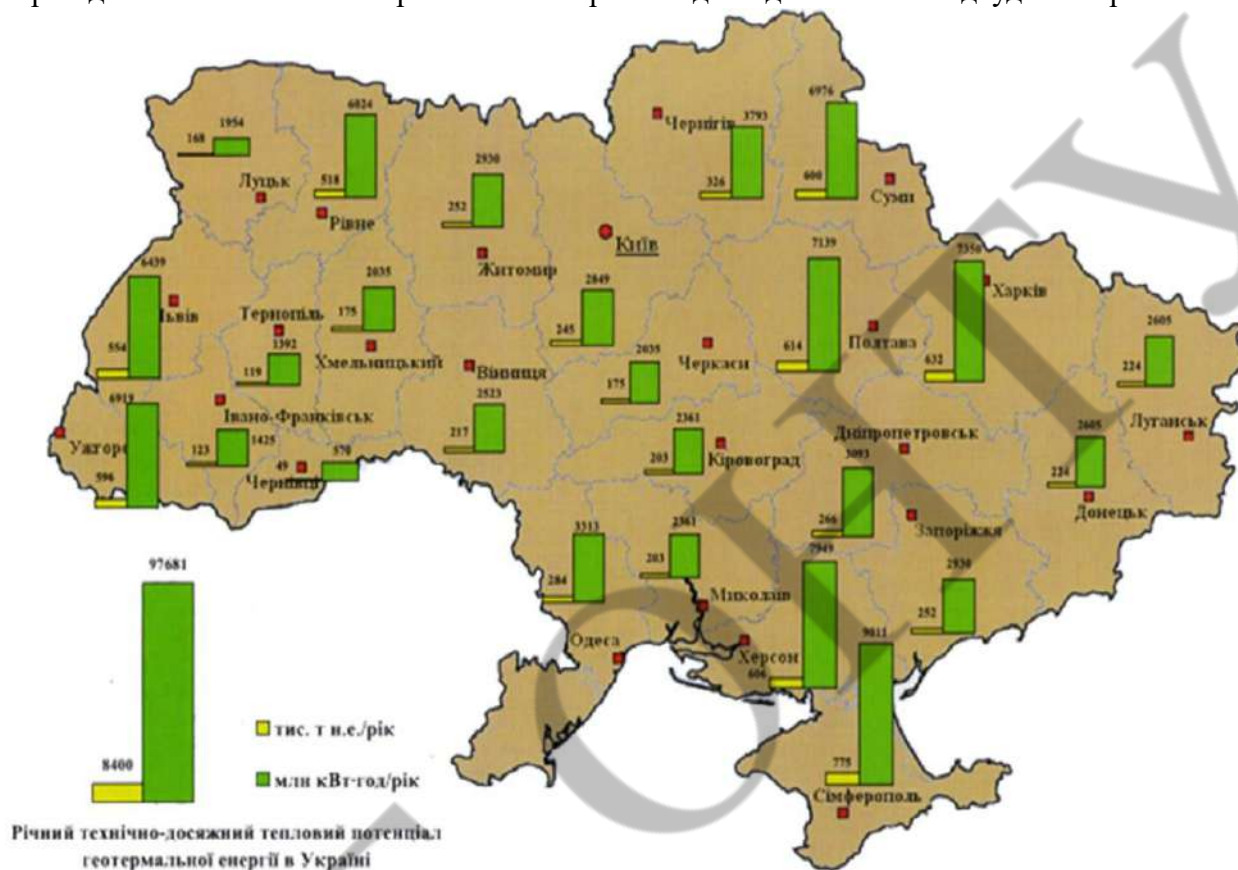
Другим нетрадиційним способом є вітроенергетика. Багато країн використовують вітрогенератори для виробництва електроенергії. Вони можуть бути встановлені на суходолі, а також у вітропарках, можуть бути побудовані на морі. Головною проблемою може бути лише відсутність вітру.

Третім способом є гідроенергетика. Це використання річкових потоків та водоспадів для виробництва електроенергії. Гідроелектростанції є одними з найдешевших та найефективніших методів отримання електричної енергії.

Нетрадиційні відновлювані джерела енергії корисні з декількох причин: для виробництва електроенергії з нетрадиційних джерел енергії використовуються відновлювані вихідні матеріали, які не забруднюють навколишнє середовище, і які завжди доступні. Зменшує залежність від енергії, отримуваної з викопних палив, які є не тільки дорогими, але й шкідливими для довкілля. Нетрадиційні джерела енергії не мають викидів парникових газів, які забруднюють атмосферу і призводять до глобального потепління [3, 4].

Також Україна має певний потенціал розвитку геотермальної енергії (рис. 1). Методологія обробки геотермальної енергії для енерготеплових об'єктів ефективна для використання, майже, для всіх галузей промисловості, зокрема для будівництва, з підвищеними екологічними властивостями, наприклад з запропонованою магнітною обробкою води [5]. Області застосування: теплові об'єкти (у водяних і парових системах теплопостачання, для профілактики і знищення накипу та відкладання на теплообмінних поверхнях, запобігання корозії металевих поверхонь, пошкодження полімерних та інших матеріалів). Система очищення води з використанням електромагнітних полів

використовувалася в багатьох серіях випробувань, де показано економію енергії, споживання води та матеріалів [5].



1. Сегеда М.С. Нетрадиційні та відновлювані джерела електроенергії./ Сегеда М.С. // Традиційні енергоносії для генерування тепла й електроенергії. №2.1, 2019. – С.25.
2. Сакалова Г.В. Науково-теоретичні основи комбінованих процесів очищення водних середовищ із використанням природних сорбентів / Г.В. Сакалова // Дисертація на здобуття наукового ступеня д. мед. наук. 2016. С. 25.
3. Стьопін Ю. О., Гулевський В. Б., Перова Н. П. Энергозбереження і використання поновлювальних джерел енергії: Методичні вказівки до практичних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Мелітополь, 2019. 60 с.
4. Халатов, А. А. Нанотехнологии в энергетике и проблемы теплофизики / А. А. Халатов, А. А. Долинский // Промышленная теплотехника. 2010. Т. 32, № 4. с. 5-14.
5. Zhuravska N. Energy efficient processing of geothermal water for energy-heating objects of the building industry / WMESS 2019 World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium WMESS 2019, Organized by World MESS Ltd. Sokola Tummy 1099/1, 709 00 Ostrava – M. Hory, Czech Republic. – [Електронний ресурс]. – Режим доступа: www.mess-earth.org (Дата звернення 28.03.2023).

СЕКЦІЯ 3

ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА, НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВОДІВ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВОДНЮ В УКРАЇНІ

Василів Б.О., студент ф-ту НГтаЕ
Одеський національний технологічний університет

Україна має розгалужену мережу магістральних і розподільчих газопроводів. Її сумарна протяжність становить більше 33 тис. км. За проектної потужності газотранспортної системи (ГТС) у 146 млрд. м³ фактичні обсяги транзиту природного газу у 2022 році зменшились удвічі – до 20,35 млрд м³ з 41,6 млрд м³ у 2021 році. Ця тенденція спостерігається і у 2023 році. Внутрішнє споживання природного газу у 2021 році становило 28,8 млрд м³.

В рамках енергетичної стратегії Європейський Союз має намір повністю відмовитися від поставок російського газу і перейти на інші джерела. Одним з таких джерел є водневі технології. Згідно з планом дій REPowerEU¹ Європейської Комісії передбачається прискорення виробництва й імпорту водню до 20 млн тон до 2030 року, що дозволить замінити 25...50 млрд м³ російського газу [1].

В табл. 1 представлено сценарій високого рівня для виробництва 10 млн. т водню в ЄС та імпорту 10 млн. т. Можливі багато варіантів цього сценарію. Тим не менш, загальна картина полягає в тому, що потрібна велика кількість додаткових сонячних і вітрових потужностей, а також близько **350 ГВт** потужності електролізерів [1].

Таблиця 1 – Сценарій до 2030 року для виробництва 20 млн тон зеленого водню, 10 млн тон в ЄС і 10 млн тон імпортованого

Зелений водень, 2·10 млн т	Відновлюваний ресурс			Електролізер		Виробництво водню	
2030 рік	Потужні сть	Години повного навантаж ення	Електрик а виробниц тво	Потужні сть	Повне наванта ження години		
	ГВт	год/рік	ТВт·год	ГВт	год/рік	Млн. тон	ТВ _{HHV} ²
Виробництво ЄС							
Офшорний вітер	30	5 000	150	30	5 000	3	118
Береговий вітер	35	3 000	105	30	3,400	2	79
Сонячна PV	150	1,500	225	125	1,750	4	158
Електролізери, підключені до мережі	Відновлювана/атомна електроенергія з мережі			7	7 000	1	39
Імпорт							
Офшорний вітер	10	5 000	50	10	5 000	1	39
Береговий вітер	30	3,500	105	25	4,100	2	79
Сонячна PV	150	2,100	315	115	2,650	6	237
Гідроенергетика/атомна	8	6 000	51	8	6 000	1	39
Всього				350		20	788

Для імпорту 10 млн. тон водню необхідна міжконтинентальна та транскордонна морська транспортна інфраструктура трубопроводів і судноплавних шляхів.

¹ REPowerEU – це пропозиція Європейської комісії припинити залежність від російського викопного палива до 2030 року у відповідь на російське вторгнення в Україну в 2022 році.

² HHV – вища теплотворна здатність;

Низька об'ємна щільність енергії водню також становить транспортну проблему для експортерів. На рис. 1 показано розрахункову вартість доставки зеленого водню із західного регіону Саудівської Аравії до порту Роттердама до 2030 р. Оцінки зроблені для трьох різних способів транспортування: аміак (NH_3), рідкий органічний водень (LOHC) і рідкий водень (LH_2) [2]. Вартість постачання водню коливається від 3 до 5 доларів за кілограм, а розкладання або дегідрування LOHC або перетворення аміаку назад на чистий водень збільшує витрати ще на 1...2 долари за кілограм.

Транспортування водню магістральними газопроводами є одним з можливих способів доставки водню з місця його виробництва до місця споживання. Наприклад, вартість транспортування водню трубопроводом пропускною спроможністю 1,5... 2,5 млн. тон на рік, діаметром 1200 мм, під тиском 8 МПа (залежно від годин повного навантаження) становить \$0,5/кг.

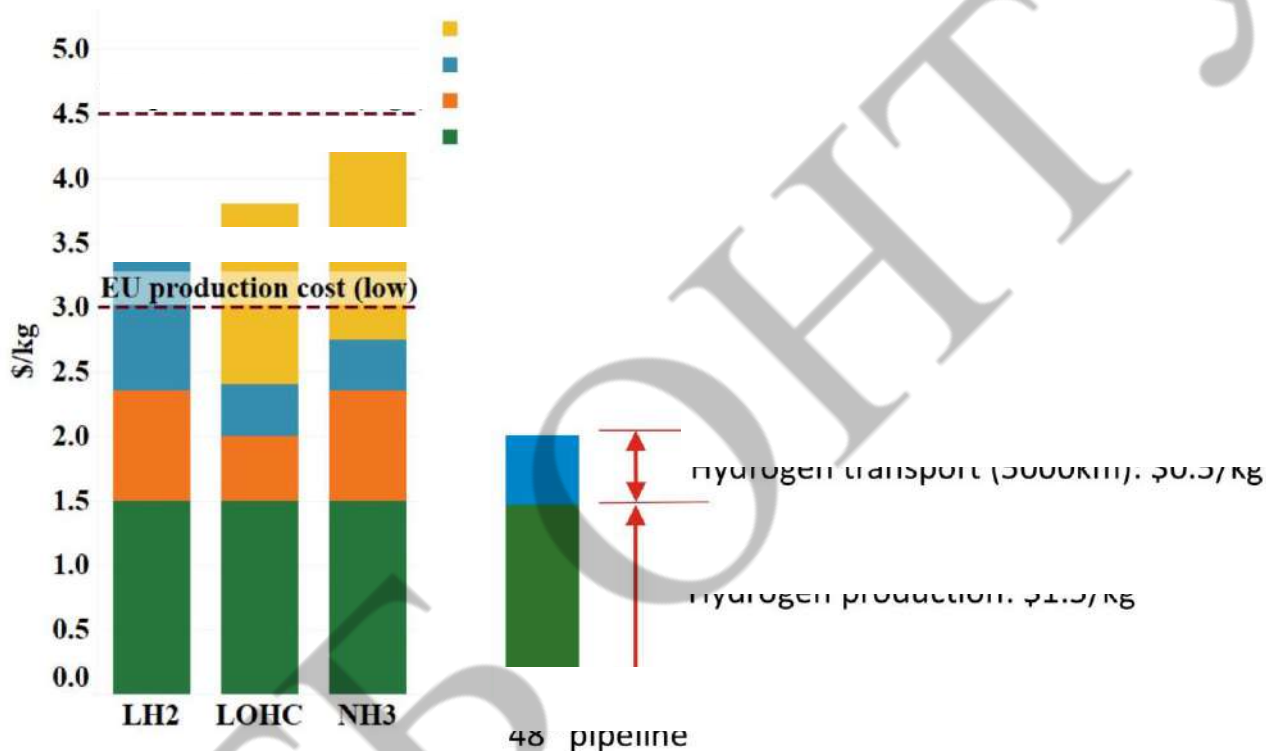


Рисунок 1 – Вартість транспортування водню на відстань 5000 км морським транспортом (наприклад із Саудівської Аравії до Європи) порівняно з трубопроводом [2]

В Україні основною ресурсною базою сучасної зеленої водневої енергетики для виробництва водню методом електролітичного розкладу води є електрична енергія відновлюваних джерел та водні ресурси. Не менш важливим елементом при визначенні оптимальних територій для виробництва зеленого водню є наявність можливостей для його зберігання і транспортування до споживачів. Потенційно можливий середньорічний технічний потенціал виробництва зеленого водню в Україні сонячними та вітроелектростанціями, становить 505 132 млн nm^3 (44 957 тис. т), з них 218 742 млн nm^3 (19 468 тис. т) з офшорних ВЕС [3].

Питоме споживання електроенергії для виробництва водню за допомогою електролізу становить 4,5 кВт·год/н m^3 H_2 або 50,56 кВт·год/кг H_2 , а витрати води на генерацію 1 кг водню становлять 9 кг.

У якості джерел водних ресурсів для виробництва водню можуть розглядатися як водопровідна вода так і очищені стічні води, а також високомінералізовані підземні води та морська вода після опріснення. Затрати енергії для опріснення, наприклад, методом зворотного осмосу становлять 4...8 кВт·год/ m^3 .

Проте, для ефективного транспортування водню системою газопроводів, потрібно вирішити деякі технічні, економічні та екологічні проблеми. Одна з головних технічних проблем полягає у тому, що водень має досить високу проникність, тому його може бути складно зберігати та транспортувати. Щоб зменшити втрати водню від підтікання через матеріали газопроводу, можуть використовуватись спеціальні матеріали, або мати покриття з полімерних матеріалів.

Використання існуючої трубопровідної мережі для транспортування водню без істотної модернізації можливе при додаванні до природного газу до 20% водню. Вважається, що така концентрація є оптимальною для транспортування у газопроводах та не впливає на роботу обладнання і приладів, що працюють на природному газі.

Інформаційні джерела

1. Ad van Wijk. How to deliver on the EU Hydrogen Accelerator [Електронний ресурс] / Ad van Wijk, K. Westphal, J. Braun. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2022/05/How-to-deliver-on-the-EU-Hydrogen-Accelerator_Final.pdf.

2. Hydrogen Council and McKinsey & Company. 2021. “Hydrogen Insights: A Perspective on Hydrogen Investment, Market Development and Cost Competitiveness.” February 17. <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/02/Hydrogen-Insights-2021.pdf>.

3. Воднева стратегія України : проєкт / Інститут відновлюваної енергетики НАН України. – Київ, 2021. – 91 с.

Наукові керівники: Світлицький В.М., д.т.н., проф., Василів О.Б. к.т.н., доц., ОНТУ

UDK 621.517: 62-717

INFLUENCE OF THE GEOMETRICAL PARAMETERS ON THE CONTACT HEAT EXCHANGER PERFORMANCE

Halina Kobalava, PhD, Associate Professor of the Heat Engineering Department

Mark Sukhanov, Student

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine

g.lavamay@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0634-5814

A modern way to increase the efficiency of power plants is cooling of the working fluid. The different types of heat exchangers can be used for cyclic air cooling of gas turbines [1], charge air cooling of internal combustion engines [2], removing superheating of vapor in refrigeration plants. Rolls Royce created a 25 MW WR-21 marine gas turbine plant by order of the US Department of Defense Navy, which was supposed to replace the General Electric Co. LM2500 engine in the fleet. In order to improve efficiency, intercooling of the air between the compressors and waste heat recovery were applied.

A promising method for cooling the working fluid is to use a two-phase contact heat exchanger, which is called a thermopressor [2, 3]. Due to the evaporative cooling in the thermopressor, the effect of thermo-gas-dynamic compression takes place, that is, an increase in air pressure, as a result of the instantaneous evaporation of water, which is injected into the accelerated air flow.

A hydrodynamic analysis of typical models was carried out by using CFD simulation software ANSYS Fluent to determine the design thermopressor parameters (Fig. 1) at various air mass flow and for a number of relative air velocity values in the evaporation chamber [4].

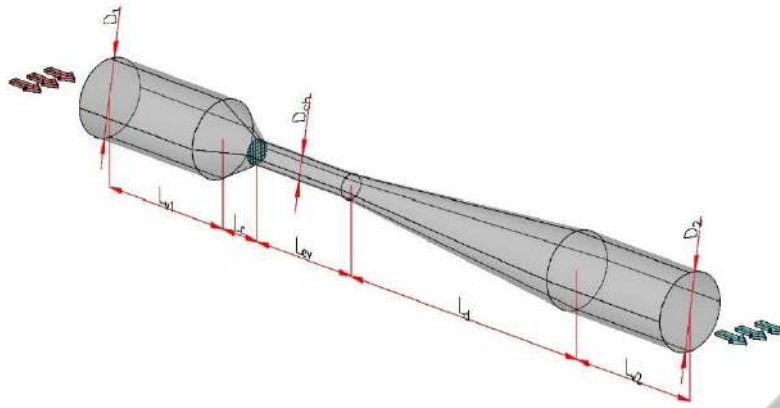


Fig. 1. 3D thermopressor model

An experimental thermopressor was developed to study the working processes in order to determine the rational geometrical and regime parameters.

To carry out numerical modeling, the finite volume method was used, which is implemented in the ANSYS Fluent software package. A calculation method was defined based on the Pressure-Based solver, a turbulence model $k-\epsilon$ Realizable was used. The calculation of the air flow parameters (total pressure, dynamic pressure, velocity, temperature, turbulent kinetic energy, etc.) in the thermopressor was carried out for a number of confuser and diffuser taper angles, as well as for a number of relative air velocity values in the evaporation chamber $M = 0.4-0.8$.

To determine the local resistance coefficients for the diffuser and confuser, classical methods of fluid flow mechanics were used [5].

The value of local resistance coefficients for the diffuser (divergent angle $\beta = 6; 8; 10; 12^\circ$) and confuser (convergent angle $\alpha = 30; 35; 40; 45; 50^\circ$) were determined. The initial parameters at the confuser inlet were following: inlet pressure $P_{tp1} = 3 \cdot 10^5$ Pa; temperature $T_{tp1} = 453$ K, air velocity $w_{air1} = 35$ m/s. It should be noted that the nature of the change in velocity along the length of the thermopressor flow part was fairly uniform.

It was to compare the calculated data with the experimental data obtained in the study. It can be seen that the obtained equation for the local resistance coefficient in the diffuser gives a value with an acceptable error ($\delta = \pm 20\%$) in the range of divergent angles $\beta = 4-12^\circ$ (Fig. 2). At divergent angles $\beta = \geq 12^\circ$, the calculated values significantly exceed the experimental ones.

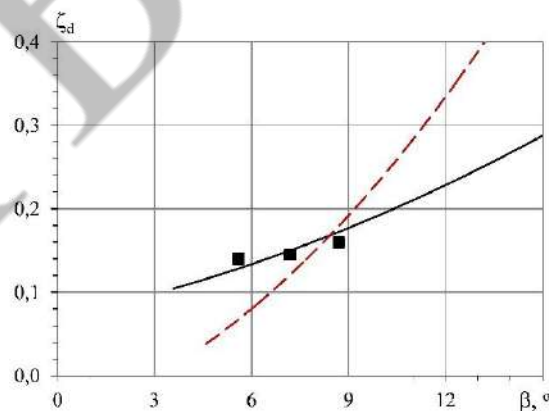


Fig. 2. Comparison of the obtained local resistance coefficient for the diffuser (ζ_d) with the calculated ones depending on the divergent angle β :

— — — — — calculated curve; ————— experimental curve

Analysis of the calculated data shows that the total pressure loss in a "dry" thermopressor (without liquid injection for evaporation) was $\Delta P_{loss} = 0.05-1.00 \cdot 10^5$ Pa (2–31%) at a fixed confuser convergent angle $\alpha = 40^\circ$ and variable diffuser divergent angles $\beta = 4-12^\circ$. The total pressure loss was $\Delta P_{loss} = 0.05-0.40 \cdot 10^5$ Pa (1–12%) at a fixed diffuser divergent angle $\beta = 6^\circ$ and variable

confuser convergent angles $\alpha = 30\text{--}50^\circ$. In this case, it is possible to recommend angles for the thermopressor flow parts (air mass flow G_{air} by to 1 kg/s): confuser convergent angle $\alpha = 30^\circ$ and diffuser divergent angle $\beta = 4^\circ$, which correspond to the minimum pressure losses $\Delta P_{\text{loss}} = 1.0\text{--}9.5\%$, and, consequently, to the maximum pressure increase as a result of thermo-gas-dynamic compression.

Conclusion: Determination of the main air flow parameters has been carried out for a number of taper angles of a confuser α and a diffuser β . The local resistance coefficients for the confuser and diffuser were determined by using computer CFD simulation: confuser local resistance coefficient $\zeta_c = 0.02\text{--}0.08$ and diffuser local resistance coefficient $\zeta_d = 0.08\text{--}0.32$. It was recommended angles for the thermopressor flow parts: confuser convergent angle $\alpha = 30^\circ$ and diffuser divergent angle $\beta = 4^\circ$, which correspond to the minimum pressure losses $\Delta P_{\text{loss}} = 1.0\text{--}9.5\%$, and, consequently, to the maximum pressure increase as a result of thermo-gas-dynamic compression.

References

1. Yousef S.H. Novel inlet air cooling with gas turbine engines using cascaded waste-heat recovery for green sustainable energy. Yousef S.H., Najjar A.M., Abubaker A. El-Khalil F.S. Energy, No. 93, 2015, pp. 770-785.
2. Yu, Z., Løvås, T., Konovalov, D., Trushliakov, E., Radchenko, M., Kobalava, H., Radchenko, R., Radchenko, A. Investigation of Thermopressor with Incomplete Evaporation for Gas Turbine Intercooling Systems. Energies. 2023. 16(1):20. <https://doi.org/10.3390/en16010020>
3. Yang, Z., Konovalov, D., Radchenko, M., Radchenko, R., Kobalava, H., Radchenko, A., Kornienko, V. Analysis of efficiency of thermopressor application for internal combustion engine. Energies. 2022. 15(6), 2250. <https://doi.org/10.3390/en15062250>
4. ANSYS Fluent Tutorial Theory Guide Release 17.0. ANSYS, Inc. Canonsburg, 2016.
5. Bergman, T.L. Fundamentals of Heat and Mass Transfer. 7th Edition. John Wiley & Sons, New Jersey, 2011.

УДК 665.733.5

ОЦІНКА ПИТОМИХ ВТРАТ БЕНЗИНУ ВІД ВИПАРОВУВАННЯ

Артеменко Д.О.

Одеський національний технологічний університет

Нафта і нафтопродукти проходять складний шлях транспортування, зберігання і розподілу. Від свердловин до установки нафтопереробного заводу, від заводу до споживача. При цьому вони піддаються численним транспортним операціям, які супроводжуються втратами, що складають близько 9% від річного видобутку нафти. З них 2-2,5% припадають на втрати в сфері транспорту, зберігання і розподілу нафтопродуктів. Ці втрати поділяються на кількісні (витоки, розливи, аварії), якісно-кількісні (випаровування, змішання). Значну частку в загальному балансі втрат становлять втрати від випаровування при зберіганні в резервуарах.

Випаровування бензинів призводить до зміни їх фізико-хімічних властивостей, погіршення експлуатаційних характеристик двигунів. У зв'язку з цим ускладнюється запуск двигунів, надійність їх роботи, збільшується витрата палива і скорочується термін експлуатації. Втрачені легкі вуглеводні забруднюють навколишнє середовище.

Мета дослідження - оцінка питомих втрат бензину від випаровування при зберіганні в резервуарах РВС-5000 з одиниці площі дзеркала нафтопродукту при різних об'ємах газового простору резервуару та порівняльний аналіз результатів.

Задачі для досягнення мети:

- пошук та подальший вибір методики розрахунку втрат нафтопродуктів від випаровування при зберіганні в резервуарах;
- кількісний визначення втрат бензину від випаровування при «малих диханнях»;
- кількісний визначення втрат бензину від випаровування при «великих диханнях»;
- порівняльний аналіз отриманих результатів.

Дослідження проведене для кліматичних умов Одеської області.

Використані методи дослідження – розрахунково-аналітичні.

Визначені питомі втрати бензину від випаровування при «малих» диханнях (рис. 1) та при «великих» диханнях (рис. 2) резервуару при різних об'ємах газового простору (ГП) резервуару.

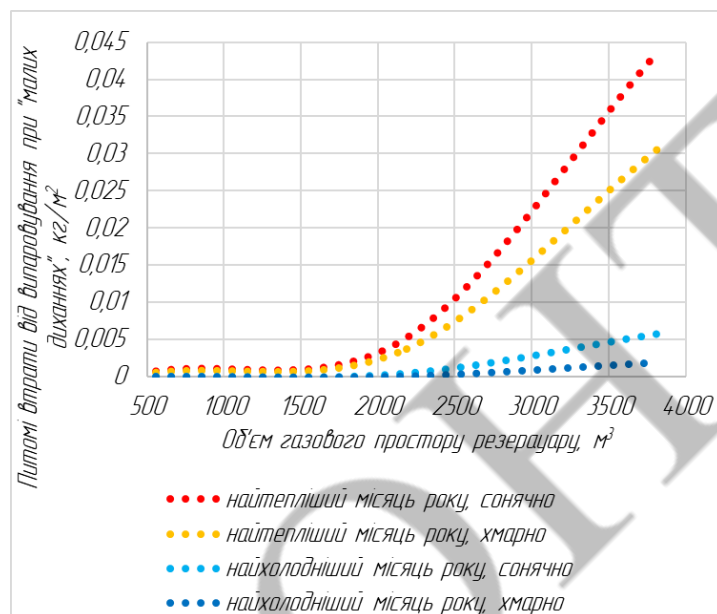


Рис. 1 – Питомі втрати бензину від випаровування з одиниці поверхні дзеркала нафтопродукту при «малих» диханнях в залежності від об'єму ГП резервуару

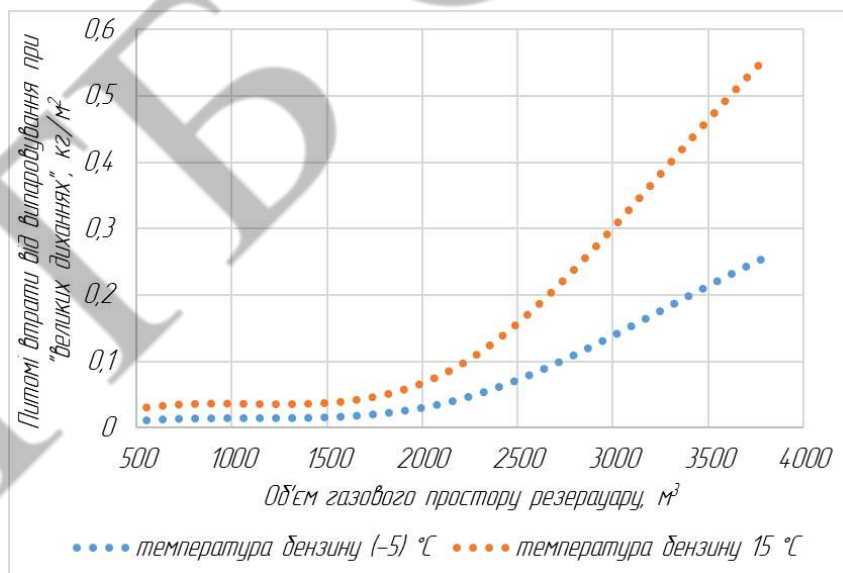


Рисунок 2 – Питомі втрати бензину від випаровування з одиниці поверхні дзеркала нафтопродукту при «великих» диханнях в залежності від об'єму ГП резервуару

Розмір газового простору резервуару має вплив на інтенсивність процесу випаровування, тому втрати від випаровування при «малих» та «великих» диханнях резервуару збільшуються зі зменшенням кількості нафтопродукту та зі збільшенням об'єму газового простору резервуару.

УДК 621.039.7:004.2; 621.642.2

**РОЗРОБКА СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ
ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ МІСТА ОДЕСИ З ВИКОРИСТАННЯМ
ТЕХНОЛОГІЇ
SMR-160**

**Бєлєзьоров О.М., Оверченко А.О.
Національний університет «Одеська політехніка»**

Одеська агломерація, яку також називають Великою Одесою, розвивається на базі трьох портових міст: Одеси, Чорноморська та Южного та має унікальні географічні та транспортно-логістичні умови для розвитку функцій центру мультимодальних контейнерних перевезень та міжнародної торгівлі. Експортно-імпорتنі операції Одеських портів є показником інтегрованості України у світову економічну систему.

Найближчі до Одеси великі енергогенеруючі потужності, які забезпечують регіон, а саме Південно-Українська АЕС та Молдавська ТЕС, в найближчі 15 років можуть бути виведені з експлуатації через відпрацювання проектного ресурсу реакторів ПУАЕС і фізичного зносу обладнання МТЕС. Крім того, вони знаходяться на великій відстані від центрів енергоспоживання Одеської агломерації. В межах міста Одеса дислокується друга черга Одеської ТЕЦ, яка працює з 1957 року і ближче за інших до вичерпання ресурсу.

Одеса грає велику роль в економіці України через те що її порти є воротами до усього світу та мостом між Європою та Азією. Цей важливий економічний вузол повинен мати надійне джерело енергозабезпечення. Через те що атомна енергетика зараз має безвуглецевий статус та прийняте рішення про будівництво в країні 9 енергоблоків з АР-1000 та будівництво АЕС малої потужності з модульними реакторами з точки зору економічної та екологічної доцільності було запропоновано розглянути у якості енергоджерела ядерну енергетичну установку з реактором SMR-160, проєкт якого найближчий до впровадження у США.

Аналіз можливих місць розташування показав, що через наявність заповідних територій, велику густину населення та рекреаційну важливість регіону, в радіусі 30 км від Одеси розміщення АЕС неможливе. Тому провідним інженером А. Скачком було запропоновано морське розташування ядерної енергетичної установки на відстані 30 км від міста.

При роботі ВВЕР-1000, який працює з турбіною К-1000-60/3000 у конденсаційному режимі, взимку при електричній потужності 950 МВт може бути відпущено 200 МВт теплової енергії. По аналогії, від SMR-160 може бути відпущено $160 \cdot 200 / 1000 = 32$ МВт. Така відносно мала потужність не може задовольнити навіть один район крупного міста. Тому на кафедрі АЕС Одеської політехніки було запропоновано для теплофікаційного режиму відключити ЦНТ турбіни та всю пару з ЦВТ направити на підігрів мережевої води. В цьому випадку SMR-160 зможе забезпечити теплового споживача потужністю 442,5 МВт [1]. Така потужність відповідає потребам одного-двох районів Одеси.

Якщо транспортування електроенергії на таку відстань не представляє проблем, то транспортування теплоти пов'язано з втратами. Була поставлена задача перевірки економічної доцільності дальнього транспорту теплоти від ядерної енергетичної установки.

Метою роботи є визначення втрати теплоти при транспортуванні її від ядерної енергетичної установки за допомогою трубопроводів, розташованих на дні моря.

Для досягнення цієї мети були вирішені наступні завдання:

- розробка математичної моделі теплогидравлічного розрахунку теплопроводу;

- розробка методики техніко-економічного розрахунку та оптимізації конструктивних параметрів теплопроводу;

- техніко-економічна оптимізація діаметру трубопроводу та товщини теплової ізоляції.

Вихідні дані для розрахунків: довжина трубопроводу 30 км, теплова потужність 442,5 МВт, температура прямої та зворотної мережевої води 140/70 °С, у якості теплової ізоляції прийнято пінополіуретан, облицьований тонким шаром листової сталі. Теплообмін та гідравлічні втрати розраховуються за методикою [2].

Тиск на виході трубопроводу приймався достатнім для запобігання кипіння теплоносія. Тиск на вході в трубопровід визначався, як сума тиску на виході і гідравлічного опору. За тиском на вході і діаметром визначалася розрахункова товщини стінки, на базі якої за сортаментом остаточно вибиралися розміри трубопроводу.

У якості критерію оптимізації прийнято річні приведені витрати [3], вираз для визначення яких після перетворення має наступний вигляд:

$$Z = 0,186 \cdot K + I_{\text{ексл}} + Z_{\text{зам}} = 0,186 \cdot K + N_{\text{нас}} \cdot C_{\text{ел}} \cdot \tau_{\text{річ}} + Q_{\text{втр}} \cdot \tau_{\text{річ}} \cdot C_{\text{тепл}},$$

де K - вартість теплопроводу з урахуванням вартості труби, теплоізоляції, облицювання та монтажу,

$I_{\text{ексл}} = N_{\text{нас}} \cdot C_{\text{ел}} \cdot \tau_{\text{річ}}$ - експлуатаційні витрати на привід насосу мережевої води;

$N_{\text{нас}}$ – потужність насоса для перекачування мережевої води, кВт;

$C_{\text{ел}}$ – вартість електроенергії, прийнято $C_{\text{ел}} = 4,75 \text{ грн/кВт}\cdot\text{год} = 0,119 \text{ \$/кВт}\cdot\text{год}$;

$\tau_{\text{річ}}$ - термін опалювального періоду, прийнято 165 діб;

$Z_{\text{зам}} = Q_{\text{втр}} \cdot \tau_{\text{річ}} \cdot C_{\text{тепл}}$ – замикаючі витрати на компенсацію теплоти, що втрачається в трубопроводах при транспортуванні;

$Q_{\text{втр}}$ – втрати теплоти в трубопроводах, Гкал/год;

$C_{\text{тепл}}$ – вартість теплоти, прийнято $C_{\text{тепл}} = 1813,94 \text{ грн/Гкал} = 45,3 \text{ \$/Гкал}$.

За результатами оптимізаційних розрахунків було отримано, що оптимальний зовнішній діаметр як прямого, так і зворотного трубопроводу дорівнює 1,02 м. Оптимальна товщина теплоізоляції прямого трубопроводу дорівнює 90 мм, а зворотного – 60 мм. При цих параметрах втрати теплоти в прямому трубопроводі дорівнюють 4,7 МВт, а в зворотному 3,33 МВт. Таким чином загальні втрати в теплотрасі дорівнюють 8,03 МВт, що складає $8,03/442,5 \cdot 100 = 1,08 \%$ від теплоти, що передається. Ці теплові втрати відповідають зміні температури в прямому трубопроводі на 0,8 °С, а в зворотному – на 0,48 °С. Уявляється, що така мала величина втрат теплоти дозволяє використовувати дальній транспорт теплоти від електростанцій для централізованого теплопостачання міст.

Література

1. Кравченко В.П., Козлов І.Л., Оверченко А.О. Вибір варіанту теплопостачання міст за допомогою атомних станцій малої потужності. /Збірник тез IV міжнародної конференції «Перспективи впровадження інновацій у атомну енергетику». Київ, Інститут газу НАНУ, 30.09.2023. С.39-40.
2. Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков В.П.. Справочник по теплогидравлическим расчетам. М., Энергоатомиздат, 1990. 360 с.
4. Кравченко В.П., Кравченко Є. В. Удосконалення методики визначення екологічної складової в техніко-економічних розрахунках енергетичних установок / Холодильная техника и технология. – 2016, Т. 52, Вып.2. - С. 66-70.

*Науковий керівник Кравченко В.П., д.т.н., професор,
Національний університет «Одеська політехніка»*

УДК 621.644.052

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГІДРАВЛІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ НА ПРОПУСКНУ ЗДАТНІСТЬ МАГІСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДУ

Білан Д.О.

Одеський національний технологічний університет

Внутрішня порожнина магістрального газопроводу характеризується величиною коефіцієнта гідравлічної ефективності (E), який відображає технічний стан лінійної частини. Поступове засмічення магістрального газопроводу призводить до зменшення коефіцієнта гідравлічної ефективності і зниження його пропускної здатності, тому урахування гідравлічної ефективності лінійної ділянки при моделюванні режимів роботи систем компресорна станція – лінійна ділянка є актуальним.

Для числової оцінки введено коефіцієнт гідравлічної ефективності як відношення фактичної пропускної здатності (вимірної) до її теоретичного значення:

$$E = \sqrt{\frac{Q_{\text{ф}}}{Q_{\text{т}}}}, \quad (1)$$

де $Q_{\text{ф}}$ – фактична пропускна здатність, $Q_{\text{т}}$ – теоретичне значення пропускної здатності газопроводу.

Згідно з нормами ОНТП 51-1-85 при розрахунках значення коефіцієнта гідравлічної ефективності приймається рівним 0,95 при наявності на газопроводі пристрою для періодичного очищення внутрішньої порожнини трубопроводу, а при відсутності зазначених пристроїв приймається рівним 0,92.

Дослідження впливу гідравлічної ефективності на пропускну здатність проведені для ділянки магістрального газопроводу «Ананіїв-Тирасполь-Ізмаїл» (АТІ) (рис. 1).

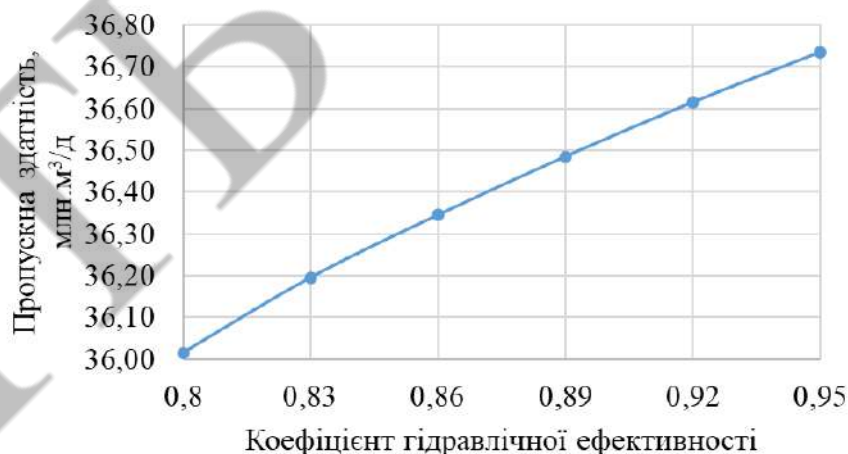


Рис. 1 – Залежність пропускної здатності від гідравлічної ефективності ділянки

Зниження коефіцієнта гідравлічної ефективності магістрального газопроводу лише з 0,95 до 0,92 може призвести до недоплати газу споживачам в обсязі понад 35 млн.м³ за рік, а до 0,89 понад 85 млн.м³ за рік. На практиці коефіцієнт гідравлічної ефективності в процесі експлуатації визначається для кожної ділянки між КС не рідше одного разу на рік. За величиною E судять про забрудненість лінійної частини газопроводу. При перевищенні значень E необхідно проводити очищення порожнини газопроводу.

УДК 621.56/.59

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТА МОНІТОРИНГУ У ПРОМИСЛОВОМУ ХОЛОДОПОСТАЧАННІ

Брага О.С.

Державний біотехнологічний університет

Системи управління, диспетчеризації та моніторингу у холодильній індустрії відомі досить давно і на ринку існують різні виробники цього обладнання. При проектуванні та виготовленні системи холодопостачання розподільного терміналу, що включає 10 холодильних камер, з яких 5 – низькотемпературних та 5 – середньотемпературних, використовували першу у своїй діяльності, але досить складну систему моніторингу для дистанційного керування температурним режимом у камерах та контролю функціонування холодильного обладнання з віддаленого комп'ютера (Рис.1). Ця система була виконана на основі електронного обладнання Dixell з виведенням контрольованої інформації через модем GSM на віддалений комп'ютер і телефон замовника. Таким чином, було виконано вимогу забезпечити йому контроль за температурним режимом у всіх холодильних камерах, а також за роботою системи холодопостачання терміналу, перебуваючи в офісі чи будинку.



Рис.1 – Типова схема системи моніторингу

Зазвичай до складу системи входять центральний блок контролю та моніторингу, електронні контролери центральних компресорних установок, прилади контролю охолоджувачів повітря, блоки комутації, сигналізації та GSM-модем. Основний елемент системи – мікропроцесорний блок моніторингу, призначений контролю функціонального стану холодильного устаткування. Він може працювати самостійно або разом із підключеним до нього комп'ютером. Це дозволяє використовувати його як у маленьких магазинах, так і великих супермаркетах або холодильних терміналах.

До блоку моніторингу можна підключити до 500 контролерів, що означає можливість контролювати до 500 одиниць холодильного устаткування. Для кожного контролера та приладу, підключеного до блоку моніторингу, програма візуалізації видає на екран наступну

інформацію: показання датчиків, аварійні повідомлення та функціональний стан холодильного обладнання із виміром через кожні, наприклад, 15хв. Об'єм пам'яті блоку моніторингу дає можливість зберігати записану інформацію протягом календарного року.

До блоку моніторингу підключено два електронні контролери холодильних установок, 10 блоків контролю температури в камері, а також GSM-модем та локальний комп'ютер, а також передачу факсимільних повідомлень та SMS-повідомлень на мобільний телефон. При необхідності передача даних від контролера до блоку моніторингу може здійснюватися за виділеним радіоканалом, однак цей варіант істотно дорожчий, оскільки для його реалізації потрібні спеціальні блоки для прийому та передачі радіосигналів. Блок моніторингу має чотирирядковий рідкокристалічний дисплей, клавіатуру та світлову сигналізацію режимів роботи, що дозволяє виконувати всі функції контролю та моніторингу навіть за відсутності комп'ютера. У меню блоку встановлено два номери телефону (можна програмувати до 15 номерів), на які надходить дзвінок при виникненні аварійної ситуації. Кожен номер має ідентифікаційне ім'я, визначено день тижня та конкретний час, коли на цей номер має надсилатися інформація про стан системи холодопостачання терміналу. У разі перебоїв в енергопостачанні терміналу блок моніторингу записує останнє аварійне повідомлення про час відключення живлення, після чого відключає і запис.

Сучасна система моніторингу для холодильної галузі, окрім інших технічних нюансів, має бути дуже гнучкою, простою в освоєнні, надійною та недорогою. Оскільки найчастіше вирішальним фактором є ціна, то важко повірити, але досі на деяких підприємствах зустрічаються такі «найпростіші» системи моніторингу, що ґрунтуються на людській праці. Оператор дивиться свідчення на індикаторах, розташованих на щиті управління, і записує дані в журнал. Або інша система дистанційної диспетчеризації — на щит управління дивиться звичайна веб-камера, а оператор спостерігає через інтернет за індикацією на цьому щиті управління, записує показання в журнал або просто дивиться за станом аварійних сигналів. Це можна назвати найпростішою системою диспетчеризації.

Інформаційні джерела

1. Семенюк Д. П. Технологічне холодильне обладнання [Електронний ресурс] : навч. посібник : у 2 ч. Ч. 1 / Д. П. Семенюк, О. В. Петренко. – Електрон. дані. – Х. : ХДУХТ, 2018. – С. 241.

Якушенко Є.М. к.т.н., доц., Державний біотехнологічний університет

УДК 665.733.5

ВПЛИВ ОБ'ЄМУ ГАЗОВОГО ПРОСТОРУ РЕЗЕРВУАРУ НА ВТРАТИ БЕНЗИНУ ВІД ВИПАРОВУВАННЯ

Власюк Є.В.

Одеський національний технологічний університет

Основні джерела втрат на нафтобазах - випаровування при зберіганні в резервуарах та при зливо-наливних операціях. Процес випаровування відбувається при будь-якій температурі внаслідок теплового руху молекул нафтопродукту. Із зростанням температури, тобто зі зростанням інтенсивності теплового руху, швидкість випаровування збільшується. У герметичному резервуарі випаровування відбувається до тих пір, поки газовий простір (ГП) резервуара не буде насичений парами. Для насичення замкнутого газового простору резервуару парами нафтопродукту при різних температурах необхідно тим більша кількість парів, чим вище температура поверхневого шару нафтопродукту. Ступінь випаровуваності нафтопродуктів визначається тиском насичених парів.

Мета роботи - оцінка розмірів втрат бензину від випаровування при зберіганні в резервуарах РВС-5000 при різних об'ємах газового простору резервуару та порівняльний аналіз результатів.

Дослідження проведене для кліматичних умов Одеської області.

Використані методи дослідження – розрахунково-аналітичні.

Визначені втрати бензину від випаровування при «малих» диханнях (рис. 1) та при «великих» диханнях (рис. 2) резервуару.

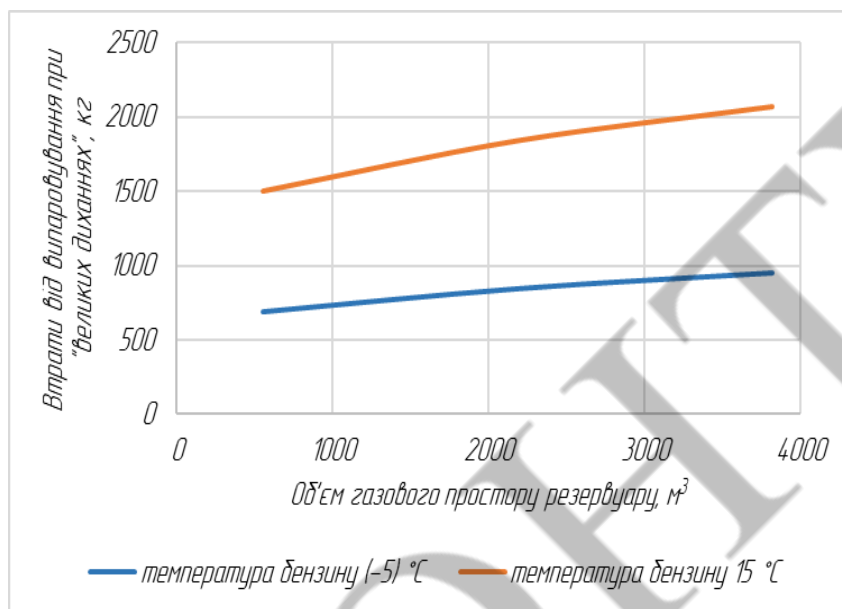


Рис. 1 – Залежність втрат бензину від випаровування при «великих диханнях» в залежності від об'єму ГП резервуару

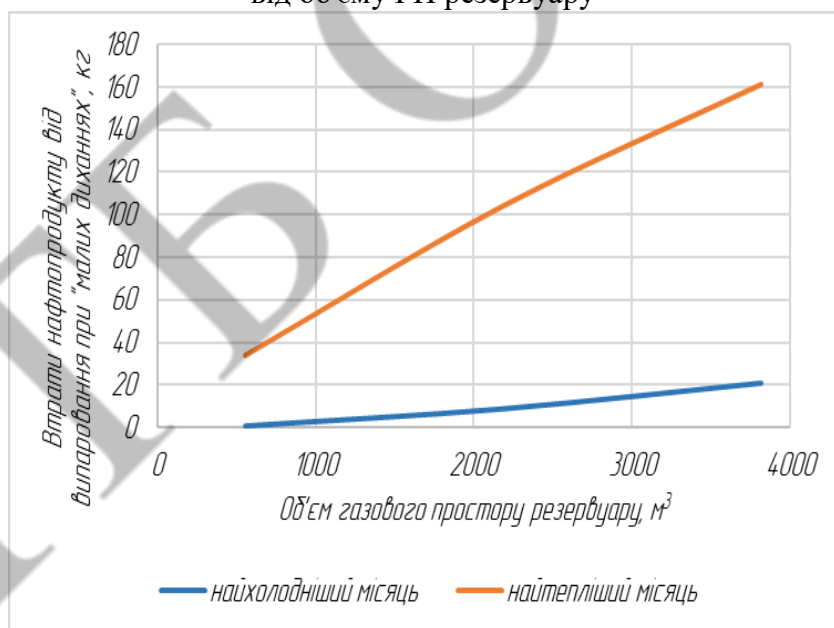


Рис. 2 – Залежність втрат бензину від випаровування при «малих диханнях» в залежності від об'єму ГП резервуару

Об'єм газового простору має вагомий вплив на кількість втрат. Наступним кроком повинен бути вибір певного методу боротьби з втратами нафтопродуктів від випаровування, який базується на техніко-економічному обґрунтуванні.

Науковий керівник: Сагала Т.А., к.т.н., доц.
Одеський національний технологічний університет

УДК 696.43

ВИСОКОЕФЕКТИВНА ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Михайленко М.С., Волков Д.О.

Національний університет «Одеська політехніка»

За останні роки суттєво зросла увага до проблем енергозбереження та ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів. Застосування сучасної вискоелективної теплової ізоляції промислового обладнання дозволяє суттєво скоротити споживання паливно-енергетичних ресурсів, що є одним із пріоритетних напрямів Енергетичної Стратегії [1, 2].

Теплоізоляційні матеріали є об'єктом вивчення багатьох вітчизняних та зарубіжних фахівців різних напрямків. Актуальність цього дослідження визначається вирішенням проблеми підвищення енергоефективності роботи енергетичного обладнання та трубопроводів. Від якості теплоізоляційних конструкцій залежать не лише теплові втрати, а й довговічність та безаварійність роботи [3].

Сучасні теплоізоляційні матеріали виділяються збалансованим поєднанням механічних та експлуатаційних якостей – добре тримають форму, стійко опираються усім видам корозії та мають виражені гідроізолюючі властивості. Теплоізоляційні матеріали, їх види та характеристики дуже різноманітні, проте перевага при інших рівних виявляється безшовним утеплювачем, що майже не накопичує конденсат.

Теплова ізоляція обладнання та трубопроводів широко використовується в промисловості (енергетиці, хімічній, нафтопереробній, металургійній, харчовій та ін.) та для роботи об'єктів ЖКГ. В енергетиці об'єктами теплової ізоляції є парові та водогрійні котли, газоходи, парові та газові турбіни, теплообмінники, баки-акумулятори, рекуператори, димари. В промисловості - технологічні апарати, насоси, теплообмінники, сушильні та плавильні печі, автоклави, форматори, утилізатори, резервуари для зберігання води та нафтопродуктів. Особливо високі вимоги пред'являються до ефективності теплової ізоляції низькотемпературного та криогенного обладнання.

Теплова ізоляція промислового обладнання, крім функцій енергозбереження, забезпечує можливість проведення технологічних процесів за заданими параметрами [4].

Завдання теплоізоляції в холодних системах – обмежити вплив обладнання теплих потоків повітря з навколишнього простору. Важливо запобігти промерзанню, не допустити нагрівання внутрішнього вмісту, не допустити утворення поверхні конденсату, появи корозії.

Установки із високими температурами необхідно ізолювати для підвищення ефективності використання нагрівального обладнання. У системах із гарячими установками потрібно скорочення втрат тепла та зниження витрати енергоресурсів. Таким чином, теплоізоляція сприяє зниженню витрат на експлуатацію об'єкта. На виробничих підприємствах гарячі установки ізолюють так само для того, щоб унеможливити опіки від зіткнення з їх поверхнею.

Теплоізоляція трубопроводів холодного водопостачання, кондиціонування та холодильного обладнання проводиться з метою запобігання промерзанню труб, утворенню на них конденсату, появи корозії, а також від небажаного нагрівання труб.

Енергоефективність теплоізоляції залежить від багатьох факторів, наприклад, теплові втрати енергії в системі тепlopостачання виникають внаслідок за рахунок теплопередачі через теплоізолювані конструкції трубопроводів теплових мереж, а також дуже значні витрати теплової енергії відбуваються при транспортуванні теплоносія до споживачів [5, 6].

Найбільший внесок у загальну величину втрат теплоти складають тепловитрати через теплоізоляційну конструкцію, невірно вибраний теплоізоляційний матеріал, відсутність точного розрахунку необхідної товщини, що не відповідає сучасним вимогам з енергозбереження.

При обґрунтуванні вибору того чи іншого матеріалу, необхідно орієнтуватися на

наступні показники: низьку теплопровідність, невелику щільність, знижену схильність до вбирання вологості, довговічність, знижену горючість та токсичність; зручність в експлуатації та ремонті [7].

В основі сучасних методик техніко-економічного порівняння ізоляційних матеріалів покладено визначення товщини матеріалу, тепловитрат та розрахунок вартості.

Широке розповсюдження в якості теплоізоляційних матеріалів мають: мінеральна та базальтова вата та плити, спінений поліетилен, пінополіуретан, спінений каучук які застосовуються як у вигляді рулонів різної товщини, так і у вигляді оболонки-шкаралуп із можливим металізованим покриттям.

Теплова ізоляція значною мірою визначає технічну можливість та економічну ефективність реалізації більшості технологічних процесів в енергетичній галузі.

Інформаційні джерела

1. Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки: Закон України від 11.07.2001 р. № 2623-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2623>

2. Енергетична стратегія України на період до 2035 року. Біла книга енергетичної політики України «Безпека та конкурентоспроможність». Київ : 2015, 49 с.

3. Губар Л.Б., Белуха Є.С., Губар Л.С. Сучасне використання теплової ізоляції в теплових мережах. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Матеріали II Міжнародної ауково-практичної онференції молодиз вчених. (Мелітополь, 01-25 лютого 2025 р.): ТДАТУ, 2022. с. 47.

4. Губар Л.Б., Губар Л.С. Ефективність використання теплоізоляційних матеріалів/ International scientific innovations in human life. Proceedings of the 11th International scientific and practical conference. Cognum Publishing House. Manchester, United Kingdom. 2022. Pp. 199-203. URL: <https://sci-conf.com.ua/xi-mezhdunarodnaya-nauchnoprakticheskaya-konferentsiya-international-scientific-innovations-in-human-life-11-13-maya-2022-goda-manchester-velikobritaniya-arhiv/>.

5. Улаштування захистних покриттів у будівництві: навчальний посібник/В.П. Кизима, А.Г. Куковский, В.В. Яковчук та ін. – Рівне: НУВГП, 2018. – 241 с.

6. Клименко В.В., Кравченко В.І., Телюта Р.В. Енергозбереження в теплотехнічних процесах та установках: Навчальний посібник. – Кропивницький ПП Ексклюзив-Систем, 2020. – 219 с.

7. Проектування теплової ізоляції обладнання і трубопроводів : підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / І. О. Мікульонюк. – 2-ге вид., випр. і допов. – К. : НТУУ «КПІ», 2013. – 188 с.: іл. – Бібліогр.: с. 185.

*Науковий керівник Губар Л.Б. ст. викладач,
Національний університет «Одеська політехніка»*

УДК 664.8.033

ОСОБЛИВОСТІ ВАКУУМНОГО ЗБЕРІГАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Діденко К.В., студентка СВО «Бакалавр»

Одеський національний технологічний університет

Вакуумне пакування – це ефективний спосіб зберігання харчових продуктів. Під створенням вакууму мається на увазі видалення повітря з вмісту упаковки. Кисень сприяє реакціям в харчових продуктах, які викликають погіршення їх якості. Тобто видалення кисню подовжить термін придатності, що є значно довшим, ніж при простому зберіганні в холодильнику.

За даними проведених досліджень відомо, що застосування вакуумного зберігання при поєднанні з холодильним (+3...+6°C) дає можливість збільшити строки зберігання

харчових продуктів [1, 2]. Наприклад, термін зберігання свіжого м'яса збільшується з 6 до 18 місяців, овочів з 8 до 24 місяців, кавових зерен і меленої кави з 6 до 27 місяців.

Для вакуумування використовують спеціальні пристрої – вакууматори. В залежності від галузі використання вони можуть створювати такі види вакууму, як: низький (не менше 20 кПа), середній (від 0,1 кПа), високий (від 0,01 кПа). Прийнято вважати що при кулінарній обробці використовують вакуум, значення якого дорівнює 1 кПа. Якщо порівнювати його з атмосферним тиском, то отримуємо вражаючу різницю у 100 разів. Таких результатів можна досягти використовуючи вакуумні насоси.

Вакуумні пакети на відміну від звичайних пакетів виготовлені з багатошарової бар'єрної плівки: шар поліетилену забезпечує міцність пакета і формувальні властивості шва. А непроникний (бар'єрний) шар поліаміду нічого не пропускає в пакет з продуктом і не випускає з нього. Таким чином продукт в пакеті захищений від шкідливих зовнішніх впливів, зберігає аромат, смак і вагу продукту.

Бар'єрні вакуумні пакети виготовляються методом коекструзії (витиснення декількох шарів матеріалів одночасно) поліаміду з поліетиленом. Пакет м'який на дотик, вакуумні шви можуть трохи загинатися. Такий пакет прекрасно облягає продукт при вакуумації, а за товщини більше 90 мкм витримує проколи і значні механічні впливи.

Поліетиленовий внутрішній шар в пакеті виконує дві функції:

- Поліетилен дає можливість заварити пакет, уникаючи пошкодження бар'єрного шару, тому що температура його плавлення нижче, ніж температура плавлення зовнішнього поліамідного шару;
- Завдяки еластичності поліетилену, вакуумний пакет більш захищений від проколів і інших пошкоджень. Чим товщий поліетиленовий шар, тим міцніша вакуумна упаковка.

Важливу роль у вакуумуванні відіграє матеріал для пакетів, яке повинно бути безпечним і зручним при використанні. За видами пакети поділяють на наступні: пакети РЕТ/РЕ, пакети РА/РЕ, пакети ЕНОВ/РЕ, пакети ОРА/РЕ. Пакети РЕТ/РЕ (поліестер, лавсан і поліетилен високого тиску) здатні зберігати форму і ефективно запобігає проникненню води. Пакети РА/РЕ (поліетилен і поліамід) використовують для продуктів з гострими краями. Пакети ЕНОВ/РЕ (на основі етилену і вінілового спирту є найкращими за показниками газонепроникності). Пакети ОРА/РЕ (на основі поліаміду) підходять для теплообробки.

Вакуумація харчових продуктів має ряд переваг і недоліків. Переваги: збільшення терміну придатності, герметичний бар'єр від зовнішніх впливів, посилення смакових якостей, не потрібні хімічні консерванти, гарний товарний вигляд і можливість приготування страв за технологією “SousVide” [3]. Недоліки: деформація швидкопсувних продуктів, виділення вологи, зміна смакових характеристик, гниття, розвиток збудників хвороб і харчових отруєнь (сальмонела, дизентерія, столбняк, ботулізм тощо).

Технологія “SousVide” - це методика приготування продуктів за низьких температур (50-70 °С) в вакуумованих пакетах і тривалої готовки на водяній бані. Тривалість приготування залежить від рецептури і може сягати від 1 години до 3 днів в залежності від первинної сировини. Технологія передбачає наступні етапи:

- Підготовка сировини (очищення, комбінування, при необхідності попередня обробка на грилі, або обробка при подаванні страв);
- вакуумна упаковка за допомогою вакуум-пакувальної машини;
- приготування в спеціальній печі при температурі від 20°С до 95°С;
- подача страв клієнту або швидка заморозка.

За допомогою цієї методики приготування страв зберігається смак, колір і запах продуктів, утворюється скоринка, якої неможливо досягти за звичайного варіння, зберігається біологічна цінність так як не відбувається руйнації структур продукту, а також вітамінів. З точки зору кухарів sousvide якісно покращує роботу на кухні закладу: збільшує його продуктивність, зменшує час подачі готової страви клієнту, збільшує терміни

зберігання страви без додавання в нього консервантів, заморожування, а також дає можливість підготувати страву заздалегідь.

Інформаційні джерела

1. Пасічний В.М. Використання модифікованого газового середовища та вакуумування при пакуванні і зберіганні охолодженого м'яса та напівфабрикатів з нього / В.М. Пасічний, О.В. Храпачов, А.І. Маринін // Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького. - 2016. – Т. 18, №2 (68). – С. 68 – 72.
2. Подпратов Г.І. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: підручник. – К.: Аграрна освіта, 2014. – 393 с.
3. Електронний ресурс: <https://sousvide.com.ua/>

Волчок В.О., к.т.н., Одеський національний технологічний університет

УДК: 621.577

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ БУДІВЕЛЬ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ

Калініченко І.В., к.т.н., доцент кафедри теплотехніки

Казенов Є.Є., Сорока Д.А., зобувачі

**Херсонський навальний-науковий інститут Національного університету
кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна**

Світова екологія на сьогоднішній день потребує прийняття негайних запобіжних заходів. Рівень вуглекислого газу в повітрі на 50 % перевищує часи доіндустріальної епохи, а середній темп приросту CO₂ швидший, ніж будь-коли. Про це повідомляє AP_news з посиланням на Національне управління океанічних і атмосферних досліджень (NOAA). Згідно проведених досліджень NOAA середній рівень вуглекислого газу в травні 2021 році становив 419,13 ppm (частин CO₂ в повітрі на мільйон). Це на 1,82 ppm, ніж в травні 2020 року, і майже на 50 % вище, ніж стабільний доіндустріальний рівень у 280 ppm (рис. 1), а середні темпи зростання за 10 років встановили рекорд, і становлять до 2,4 ppm [1].

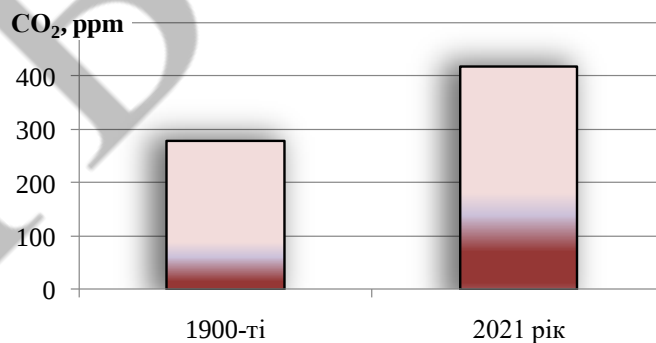


Рис. 1 – Концентрація CO₂ у повітрі в доіндустріальний (XIX сторіччя) і наш час

Вуглекислий газ утворюється від спалювання природного газу, нафти й вугілля (вуглеводневих джерел енергії) і одержання теплової енергії з подальшим перетворенням в механічну для використання її на транспорті, одержання тепло- та електроенергії тощо. Нажаль такі об'єми викидів CO₂ набагато перевищують те, що можуть споживати рослини, тому ця обставина призводить до щорічного підвищення рівня викидів CO₂, так званих парникових газів до нових рекордів. Як відомо діоксид вуглецю залишається у повітрі протягом 1000 років і більше.

Як основне джерело теплопостачання для населення в Україні використовують теплоелектроцентраль (ТЕЦ), в якій виробляється тепло і електроенергія. В тепловій електростанції (ТЕС) виробляє для споживача тільки електрику.

Недоліки використання ТЕЦ і ТЕС на вуглеводневому паливі. Щоб провести опалювальний сезон з жовтня до березня, Україні потрібно спалити 15,3 млн тонн вугілля, з яких 9 млн тонн — власного видобутку, все решта — імпорт. Також для опалення на рік необхідно до 19 мільярдів кубів природного газу.

Одним з самих перспективних напрямків розвитку теплогенеруючого обладнання є застосування теплових насосів. Технологія, яку більше 100 років тому описав видатний британський фізик Вільям Томсон (лорд Кельвін), останні десятиліття постійно вдосконалюється. Теплові насоси забезпечують опалення приміщень та гаряче водопостачання. А за наявності в контурі теплового насосу реверсивного вентиля, здатні працювати в зворотному режимі - здійснювати охолодження приміщень. Також теплові насоси можуть використовуватися в судновій енергетиці [2].

Метою даного дослідження є визначення найбільш екологічно ефективної технології для теплопостачання. З причини неможливості критеріально об'єднати значення емісії CO₂ (вимірюється в т/МВт*год) та теплового забруднення (вимірюється в температурі °C) розрахунки проводилися не в абсолютних, а відносних значеннях. Сумарний критерій оцінки екологічного забруднення дорівнює:

$$\Sigma k = k_{\text{CO}_2} + k_{\text{heat}},$$

де k_{CO_2} – критерій оцінки прямих викидів CO₂ при теплопостачанні;

k_{heat} – критерій оцінки теплового забруднення при теплопостачанні.

Результати розрахунків приведені на рис. 2.

Також в розрахунках було включено можливість встановлення фільтрів для очищення теплового та шкідливого забруднень. Враховуючи те, що електрична енергія може вироблятися як на ТЕЦ так і за допомогою зеленої енергетики, то до розрахунків було включено можливість одержання «зеленої» електричної енергії з нульовими викидами CO₂.

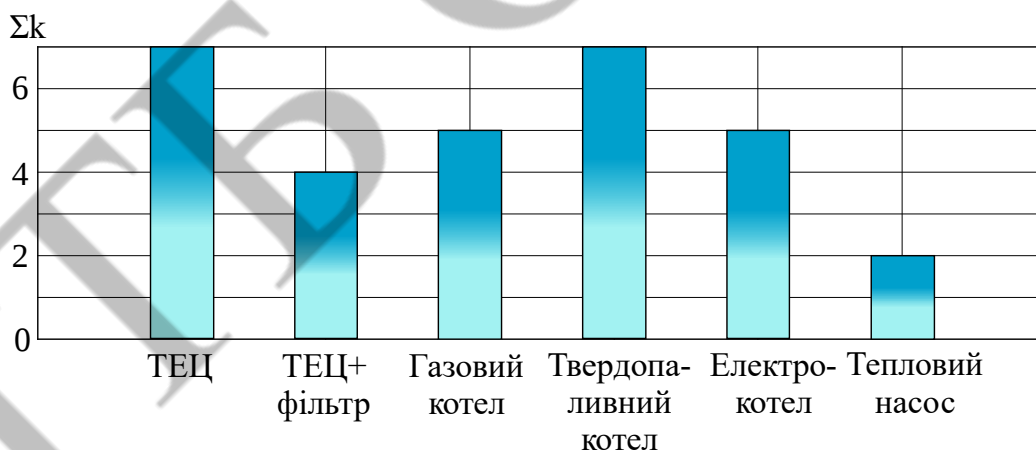


Рис. 2 – Результати розрахунку сумарного критерію оцінки екологічного забруднення при теплопостачанні будівлі

Проведені розрахунки (див. рис. 2.) показують, що найвищі показники сумарного критерію оцінки екологічного забруднення $\Sigma k = 7$ мають ТЕЦ, і твердопаливний котел без додаткових очисних технологій (фільтри тощо). При використанні додаткових очисних технологій в ТЕЦ сумарний критерій оцінки екологічного забруднення має значення $\Sigma k = 4$, що залишається екологічно небезпечною технологією. Газовий та електричний котли мають критерій оцінки екологічного забруднення $\Sigma k = 5$. Лише використання теплового насосу для теплопостачання будівлі має сумарний критерій

екологічного забруднення $\Sigma k = 2$, що може вважатися екологічно безпечною технологією тому може використовуватися для опалення.

Інформаційні джерела

1. Концентрація CO_2 вполовину перевищила показники доіндустріальної епохи. – Режим доступу: <https://ua-energy.org/uk/posts/kontsentratsiia-co2-vpolovynu-perevyshchyla-rokaznyku-doinustrialnoi-epokhy>.

2. Утилизация теплоты пара теплоиспользующей холодильной машиной с тепловым насосом для охлаждения воздуха на входе судового дизеля / Н.И. Радченко, И.В. Калиниченко, Р.Н. Радченко, Ю.Г. Щербак // Авиационно-космическая техника и технология. – 2017. – №5 (140). – С. 73-77.

Калініченко І.В., к.т.н., доцент кафедри теплотехніки Херсонський навіально-науковий інститут Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова, Україна

УДК 629.7.036.3

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛЯ ШВИДКОСТЕЙ У КАМЕРІ ПІДШИПНИКА ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА

Ковальов А.В.¹, Петухов І.І.²

¹аспірант кафедри аерокосмічної теплотехніки.

²к.т.н., доцент, доцент кафедри аерокосмічної теплотехніки.

**Національний аерокосмічний університет імені М. Є. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут"**

Завдання поліпшення екологічних показників енергоустановок вирішуються на даний час не тільки за рахунок переходу до використання водню, а й шляхом підвищення їхньої енергетичної ефективності при роботі на традиційному вуглеводневому паливі. Це важливо і для нафтогазової промисловості, де як приводи широко використовуються газотурбінні двигуни (ГТД). Підвищення параметрів їхнього термодинамічного циклу і зменшення розмірів конструкції призводять до більшої частоти обертання ротора, більшого термічного та динамічного навантаження на деталі та більш складних умов охолодження.

Особливо складними в цьому відношенні є підшипникові вузли роторів. Завдання достовірного визначення їхнього температурного стану ускладнюється наявністю обертового повітряно-масляного потоку, структура якого змінюється від повітряно-крапельної у ядрі до практично рідинної у пристінній масляній плівці [1]. Найбільш значущі ефекти міжфазної взаємодії та впливу частоти обертання валу виявляються при русі крапель у кільцевому проміжку між валом та внутрішньою стінкою статора камери підшипника. Такий рух може описуватися як двовимірний. При цьому через малу об'ємну частину масла в ядрі камери підшипника для опису руху крапель під дією сил міжфазного опору і тяжіння використовується підхід Лагранжа.

Вкрай важливе значення тут має достовірний опис впливу частоти обертання валу на поле окружної швидкості повітря. У даній роботі для цього використана модель течії в кільцевому каналі. Для ламінарної течії Куєтта профіль окружної швидкості (крива 1 на рис. 1) визначається аналітичним рішенням рівняння Нав'є-Стокса. Для розвиненої турбулентної течії (крива 2 на рис. 1) в ядрі потоку розглядається потенційна вихрова течія [2], а для пристінкової області використовується класична двошарова апроксимація [3] «в'язкий підшар + логарифмічний шар».

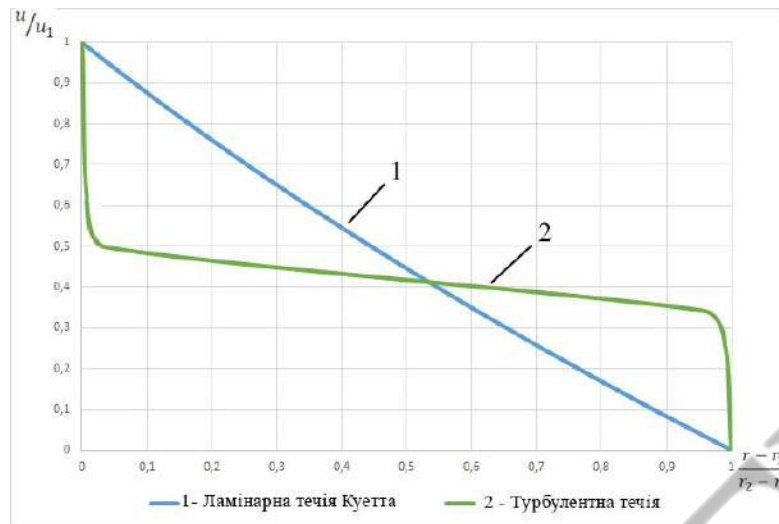


Рис. 1 – Профіль окружної швидкості повітря для камери підшипника геометрії [1].
На рисунку r_1 – радіус валу, r_2 – радіус внутрішньої стінки камери підшипника, u_1 – окружна швидкість валу.

Розрахункові результати авторів добре узгоджуються з експериментальними даними [4] (рис.2). При цьому точність можна ще поліпшити за рахунок корекції координати стиковки логарифмічного граничного шару з ядром потоку.

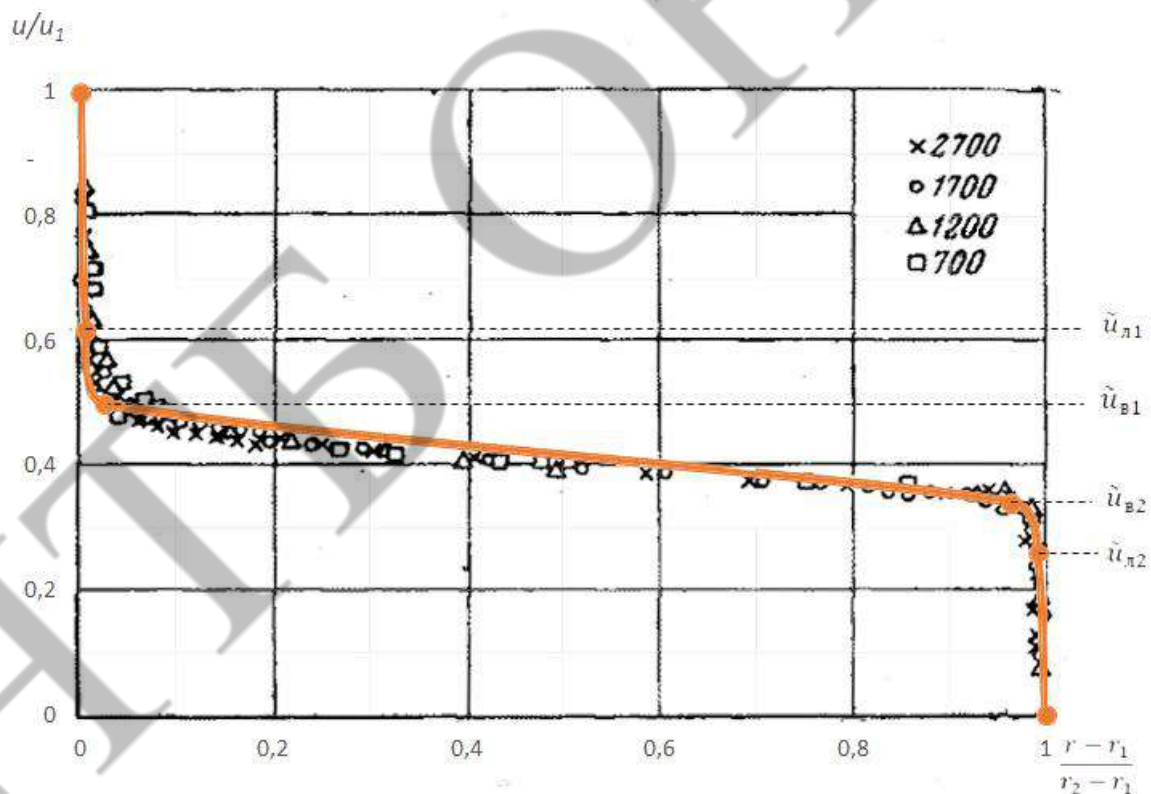


Рис. 2 – Профіль окружної швидкості повітря для камери [4].

Інформаційні джерела

1. Busam S., Glahn A., Wittig S. Internal bearing chamber wall heat transfer as a function of operating conditions and chamber geometry // J. Eng. Gas Turbines Power, 2000. No. 122(2). P. 314-320.
2. Щукин В. К. Теплообмен и гидродинамика внутренних потоков в полях массовых сил. М.: Машиностроение, 1970. 332 с.

3. Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа [Текст] / Л. Г. Лойцянский. – М.: Дрофа, 2003. – 840 с.
4. Б. П. Устименко, В. Н. Змейков, О гидродинамике потока в кольцевом канале с внутренним вращающимся цилиндром, *ТВТ*, 1964, том 2, выпуск 2, с. 250–259.

Петухов І.І., к.т.н., доцент, доцент кафедри аерокосмічної теплотехніки. НАКУ, "ХАІ".

УДК 621.311

НЕТРАДИЦІЙНІ ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

Коренков О.О., Коренкова М.О., к.т.н., доц. Самохвалов В.С.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Енергія є мірою можливості об'єкта виконувати роботу. Енергію залежно від природи ділять на зовнішню – механічну, гравітаційну, електричну, електромагнітну та внутрішню – теплову, хімічну, ядерну.

Існує чотири основні джерела енергії, якими користується людство: хімічні та ядерні реакції; гравітаційні взаємодії (енергія тяжіння Місяця); геотермальні процеси (теплота ядра Землі); енергія Сонця, яка перетворюється на сонячне випромінювання, енергію вітру, гідроенергію, біомасу.

Джерела енергії поділяються на відновлювані та невідновлювані (виснажувані).

Відновлювані джерела енергії – це джерела на основі постійно існуючих чи періодично змінних потоків, що виникають у навколишньому середовищі енергії.

Невідновлювані джерела енергії – це природно утворені і накопичені у надрах планети запаси речовин, здатні за певних умов вивільняти укладену в них енергію.

Джерела енергії також ділять на традиційні та нетрадиційні. Традиційні джерела енергії - це джерела, з технологій переробки яких накопичений багатий досвід та є спеціалісти.

До традиційних відновлюваних джерел енергії відносять сонячні енергетичні, вітроенергетичні, геотермальні енергетичні установки, гідроелектростанції на малих річках.

Протягом останніх 30-ти років створюються нетрадиційні відновлювані джерела енергії. До них можна віднести такі.

Сонячна електростанція на основі сонячної труби, в якій повітря, нагріте Сонцем, спрямовується в трубу і надає руху вітроелектричним установкам. Потік інсоляції віддає теплоту як повітрю так і воді, що циркулює в трубах та акумульованій в баках акумуляторів. Теплота води забезпечує нагрівання повітря під склінням у нічний час та у похмурі дні.

Розробляються проекти фотоелектричного перетворення сонячної енергії в космічному просторі навколоземної орбіти в орбітальних сонячних електростанціях.

Однак для сонячних джерел потрібний накопичувач енергії, який діятиме як сполучна ланка між сонячною енергією та споживачем.

Дуже вискоєфективним паливом є водень. Він може бути перетворений на інші форми енергії (механічну, електричну) з високим ККД. Водень добре компенсує недоліки сонячної енергетики, і поєднання Сонця та водню є сонячно-водневою енергетикою. Водень виробляють з використанням сонячної енергії, потім переправляють у райони споживання, де його перетворюють в електрику або безпосередньо використовують як паливо.

Перспективними є теплонасосні установки, які складаються з власне теплового насоса та системи підведення теплоти від низькопотенційного джерела - стічних вод, ґрунтових та термінальних вод; зовнішнього повітря; вентиляційного повітря, димових газів та ін.

Термоелектрична енергія, заснована на ефектах Фур'є, Зеебека, Пельтьє, Джоулевих втратах – невичерпна, екологічно безпечна, безшумна, безаварійна та технологічна, – привертає увагу вчених та інженерів з метою її широкого використання.

Нетрадиційними відновлюваними джерелами є також паливні елементи, енергетичне використання біомасі, біоенергетичної сировини, виробництво етанолу, фотосинтез, мікроГЕС.

Таким чином, використання нетрадиційних відновлюваних джерел енергії змінить паливно-енергетичний баланс світової спільноти в цілому, забезпечить енергетичну та екологічну свободу людства. І хоч би якою виявилася енергетика майбутнього, вона буде базуватися на фундаментальних уявленнях сучасної науки і на багатому досвіді проектування, вдосконалення та експлуатації енергетичного обладнання, що включає майже три століття.

УДК 621.311

НАДІЙНІСТЬ РОБОТИ МІКРОТУРБІННИХ УСТАНОВОК

**Кушнірук В.В, Муренко І.В. здобувачі 2-го рівня освіти;
Національний університет «Одеська політехніка»**

В умовах нестабільного енергоживлення, коли є порушення і перебої у постачанні окремих регіонів і споживачів паливом, електричною і тепловою енергією все більш широке застосування отримують автономні енергетичні установки (АЕУ) у структурі енергетичного комплексу. Ефективність використання АЕУ малої потужності визначається:

- низькою собівартістю виробництва електроенергії і тепла при використанні досконалого устаткування;
- високою надійністю енергопостачання;
- істотним скороченням термінів їх споруди;
- незалежністю режиму роботи від навантаженості енергосистеми;
- зменшенням відчуження території під велике енергетичне будівництво;
- застосуванням перспективних сучасних технологій і технічних рішень при створенні нової техніки.

Мікротурбінні установки - це автономні теплоелектростанції потужністю від кількох кіловат до 1-2 МВт, відносяться до класу АЕУ малої потужності. Застосовуються в першу чергу там, де потрібне надійне, високоресурсне, низькоемісійне джерело електро- та теплопостачання. Використовуються як автономне, основне або резервне джерело електропостачання при комбінованому виробництві електричної та теплової енергії в різних галузях промисловості, житлово-комунальному та сільському господарстві [1].

Споживачами, як правило, є: офісні бізнес-центри, розважальні та торгові центри, лазні, басейни, складські приміщення, підприємства швидкого харчування, малого та середнього бізнесу, лікарні, пральні та ін. Вибір мікротурбінної установки є кращим у таких випадках: жорсткі обмеження по шуму, вібраціям та емісії вихлопних газів; є обмеження за масою та габаритами використовуваного обладнання. Переваги впровадження таких систем можна поділити на чотири тісно пов'язані між собою напрямки: економіка, надійність, утилізація тепла, екологія [2, 3]. Основні провідні торгові марки турбін малої потужності, представлені на енергетичному ринку - це Capstone Turbine Corporation (США), Calnetix Power Solution (США, у 2010 році підприємство було викуплено Capstone Turbine Corp.), Turbec (Швеція) та Ingersoll Rand (США), що зараз також продаються під торговою маркою FlexEnergy.

За виглядом робочого тіла та призначення діляться на газові та парові. Характеристика яких представлена у таблиці 1.

Таблиця 1 – Характеристика мікротурбін

Класифікація	Призначення	Особливості роботи	Переваги
Газові	призначені для вироблення чистої енергії та забезпечення нею будівель різного призначення; компактні розміри дозволяють встановлювати їх прямо на даху	використовуються різноманітні види палива (газоподібне, рідке), найбільш поширене - природний газ та метан; разом з повітрям це пальне потрапляє в камеру згоряння, після чого гарячий газ подається на робочі лопатки, що обертають вал та приводять до руху генератор	екологічність, відмова від мастильних матеріалів, компактність, низький рівень шуму, автономність роботи.
Парові	дозволяють економічно витрачати паливо та інші ресурси електричних та інших станцій	для роботи вони використовують зайву пару котлів, яка через лопатки приводить до руху вал, з'єднаний з генератором; агрегати встановлюються неподалік котла і не займають багато місця	низька вартість створюваної енергії, простота монтажу, пожежна безпека, раціональне використання ресурсів, низький рівень шуму, швидка окупність.

Мікротурбіни є одним із найсучасніших видів енергогенеруючого обладнання, що перевершує існуючі типи генераторів за сукупністю споживчих якостей: екологічності, ефективності, економічності та надійності. Ще одним значущим фактором у використанні мікротурбін є їхня різнобічність, простота конструкції, а також можливість роботи на різних видах палива. Застосування мікротурбін дозволить споживачам бути енергонезалежними, забезпечуючи автономність та безперебійність роботи, а також високу якість постачання енергії.

Інформаційні джерела

1. Мазуренко А.С., Лужанська Г.В., Іванов П.О., Гафінчук В.М., Хавара Ю.П. Використання мікротурбін автономного енергозабезпечення в міському та сільському господарстві. Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference. Lisbon, Portugal. 2023. Pp.468-470. URL: <https://isg-konf.com/modern-education-using-the-latest-technologies/>

2. Когенераційні технології в малій енергетиці : монографія / В. А. Маляренко, О. Л. Шубенко, С. Ю. Андрєєв, М. Ю. Бабак, О. В. Сенецький / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, Ін-т проблем машинобуд. ім. А. М. Підгорного. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 454 с.

3. Rosato, A., Sibilio, S., Energy performance of a micro-cogeneration device during transient and steady-state operation: Experiments and simulations, Applied Thermal Engineering, 52(2), pp. 478-491, 2013.

Науковий керівник Лужанська Г.В. к.т.н, доц. Національний університет «Одеська політехніка»

КОМБІНОВАНІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧЕННЯ З ВІДНОЛЮВАЛЬНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ

Шилов Д.О., Ігнатенко Д.С., здобувачі 3-го (PhD) рівня освіти
Національний університет «Одеська політехніка»

На сьогоднішній день в країні склалася складна ситуація в енергетичному комплексі у зв'язку з нестачею енергетичних потужностей, видобутком, транспортуванням і доставкою енергоресурсів. Одним із шляхів виходу з цієї кризи є застосування технологій на основі альтернативних джерел енергії. Це не тільки сприяє економії традиційного органічного палива (вугілля, нафти і газу), а й значно зменшить парникові викиди. Особливо актуальним є застосування відновлювальних джерел енергії у складі комбінованих систем теплопостачання.

Системи теплопостачання в залежності від виду використаної енергії класифікують:

- традиційні (що використовують як паливо невідновлювані джерела теплової енергії — газ, мазут, тверде паливо тощо);
- нетрадиційні (що використовують енергію відновлюваних джерел-сонця, ґрунту, річок, вітру тощо);
- комбіновані (що поєднують у собі в тому чи іншому співвідношенні два попередні типи систем).

Комбіновані системи теплопостачання можуть включати котли, що працюють на газі та рідкому паливі, а також альтернативні джерела – теплові насоси, сонячні колектори, геотермальні установки, котли, що працюють на дровах, та пристрої для утилізації тепла. Комбіновані системи теплопостачання дозволяють максимально ефективно використовувати тепло з тимчасово доступних джерел.

Для ефективної роботи комбінованої системи теплопостачання доцільно використовувати буферну ємність або бойлер-теплоутилізатор, від якого і відбувається забезпечення тепловою енергією всіх різних споживачів [1, 2] (рис 1).

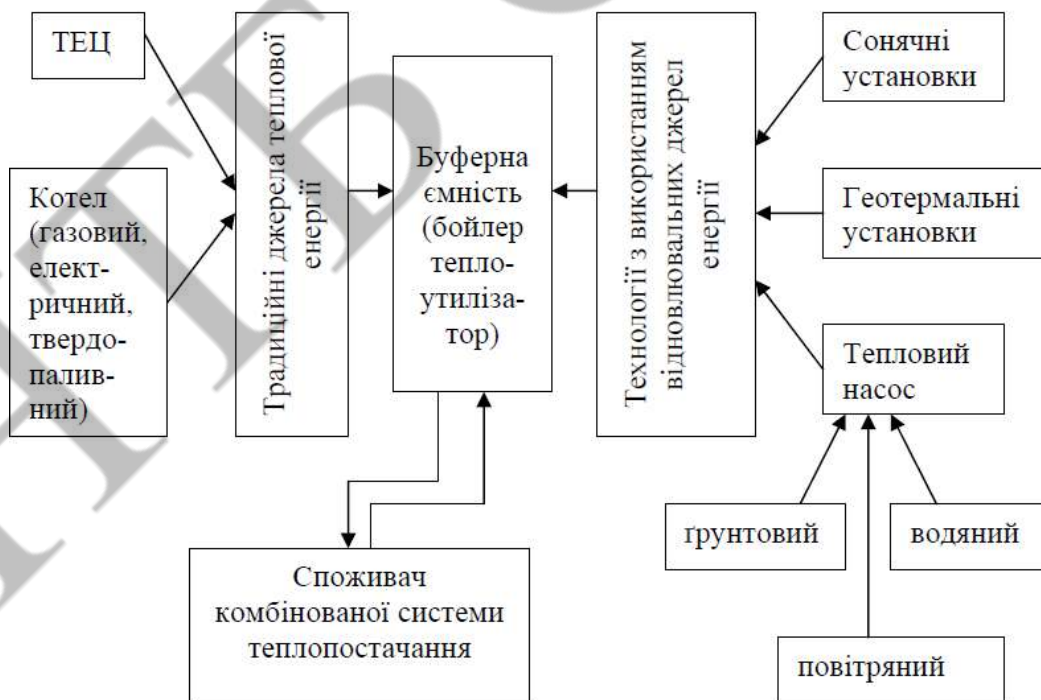


Рис. 1 – Типова схема комбінованої системи теплопостачання з використанням відновлюваних джерел енергії

Основні принципи ефективної роботи системи комбінованого теплопостачання:

- енергію одержують із усіх джерел, доступних на сьогодні;

-запаси енергії створюються, зберігаються накопичуються, і раціонально розподіляються між споживачами.

Іноді як джерело тепла для невеликих споживачів доцільно використовувати тепловий насос [3]. Енергетична ефективність такої комбінованої системи теплопостачання безпосередньо залежить від температури джерела, і буде вищою, якщо температура джерела досить висока. Для використання в системах автономного комбінованого теплопостачання також одним з перспективних джерел є низькопотенційна теплова енергія, фактично та сама сонячна енергія, накопичена в ґрунті, воді та повітрі навколишнього середовища.

На економічну ефективність впливають такі чинники: вартість електроенергії; температура джерела енергії тепла; собівартість теплової енергії, залежно від виду палива.

Перевагою застосування відновлюваних джерел енергії в комбінованих системах теплопостачання є їх доступність та умовно нескінченний енергетичний потенціал, при цьому існують фізичні та техніко-економічні обмеження в ефективності їх використання.

Широке використання комбінованих систем теплопостачання з використанням відновлюваних джерел енергії призведе до:

- покращення екології шляхом зниження шкідливих викидів в атмосферу;
- підвищення енергетичної безпеки;
- покращення соціально-економічного рівня життя населення;
- зниження споживання традиційного палива (вугілля, нафту, газ).

Інформаційні джерела

1. Климчук О.А., Лужанська Г.В., Баласанян Г.А., Сергеев М.І., Аксьонова І.М. Застосування САПР технологій у дослідженні теплообмінних установок систем мікроклімату на основі альтернативних джерел енергії. Праці Одеського політехнічного університету, 2022. Вип. 1(65). ISSN 2076-2429. с.47-55
2. Редько А.Ф., Тарадай А.М., Чернокрылюк В.В., Есин Е.С. Комбинированные системы теплоснабжения с возобновляемыми источниками тепла. № 10 (2014): Энергозбереження. Енергетика. Енергоаудит, 2014. с. 42-46. <http://eee.khpi.edu.ua/article/view/33556>
3. Климчук О.А., Лужанська Г.В., Новіков К., Муренко І. Створення систем мікроклімату з використанням альтернативних джерел енергії за допомогою теплового акумулятора. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. с. 584-586.

Науковий керівник Лужанська Г.В. к.т.н, доц. Національний університет «Одеська політехніка»

УДК 665.733.5

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДИК ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ НАФТОПРОДУКТІВ ВІД ВИПАРОВУВАННЯ

Мільковський В.М.

Одеський національний технологічний університет

Одним з найважливіших елементів функціонування промислових підприємств нафтогазового комплексу є резервуари. Призначення резервуарів полягає в прийомі, зберіганні і видачі різних рідких (нафта, бензин, дизельне паливо, гас та ін.) і газоподібних середовищ. За даними досліджень, більше 75% втрат рідких палив пов'язано з їх випаровуванням. Крім матеріальних втрат випаровування палив часто супроводжується погіршенням деяких експлуатаційних властивостей та призводить до забруднення навколишнього середовища.

Методики визначення кількості втрат однаково інтерпретують процес втрат продукту від випаровування з резервуару, але у підходах є суттєві відмінності, наприклад, у вихідних даних та у їх кількості. Методики інших країн (Німеччина, США) використовують емпіричні коефіцієнти, які неможливо використовувати для умов нашої країни, тому для порівняльного аналізу в дослідженні використана спрощена методика та методика запропонована Константиновим М.М. [1], для зручності назовемо її «розширена».

Для дослідження прийняті резервуари РВС-20000, кліматичні умови м. Одеса, Україна, нафтопродукт – бензин автомобільний. Розглянуті втрати від випаровування при «великих» та «малих» диханнях резервуарів.

Результати визначення кількості втрат бензину від випаровування при «малих» диханнях резервуара за розширеною та за спрощеною методикою представлені на рис. 1.

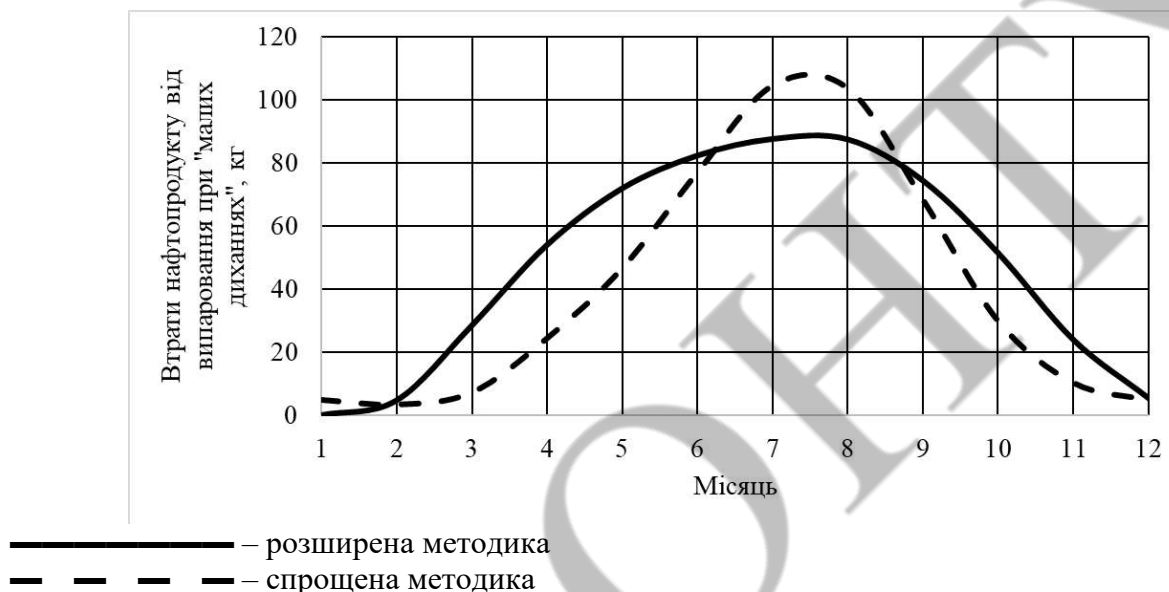


Рис. 1 – Кількість втрат бензину від випаровування при «малих» диханнях резервуару

Результати визначення кількості втрат бензину від випаровування при «великих» диханнях за розширеною та за спрощеною методикою представлені на рис. 2.

В розширеній методиці, використана більша кількість вихідних даних, які не враховані в спрощеній методиці, це географічне розташування резервуару, кут нахилу сонця, фарба, якою покрита поверхня резервуару, тип встановленої дихальної арматури, зріст концентрації парів нафтопродукту в газовому просторі резервуару. Враховуючи це, можна вважати, що розширена методика дає результати ближчі до реальних значень, але ця методика складна на достатньому рівні, потребує витрати більше часу в порівнянні зі спрощеною методикою. У зв'язку з цим та враховуючи результати досліджень запропоновані наступні рекомендації для використання методик. Якщо необхідна:

- ✓ середньорічна оцінка втрат нафтопродуктів від випаровування при «малих» диханнях резервуарів, для розрахунку рекомендується використовувати спрощену методику, як малоємну, яка не потребує багато часу на збір даних і проведення розрахунків;
- ✓ детальна оцінка втрат нафтопродуктів від випаровування при «малих» диханнях резервуарів або оцінка в певний період, для розрахунку рекомендується використання розширеної методики для отримання більш точних результатів;
- ✓ оцінка кількості втрат нафтопродуктів від випаровування при «великих» диханнях резервуарів для сонячних погодних умов для розрахунку рекомендується використовувати спрощену методику, як малоємну, яка не потребує багато часу на збір даних і проведення розрахунків;

- ✓ оцінка кількості втрат нафтопродуктів від випаровування при «великих» диханнях резервуарів для похмурих погодних умов, рекомендується для розрахунку використовувати тільки розширену методику.

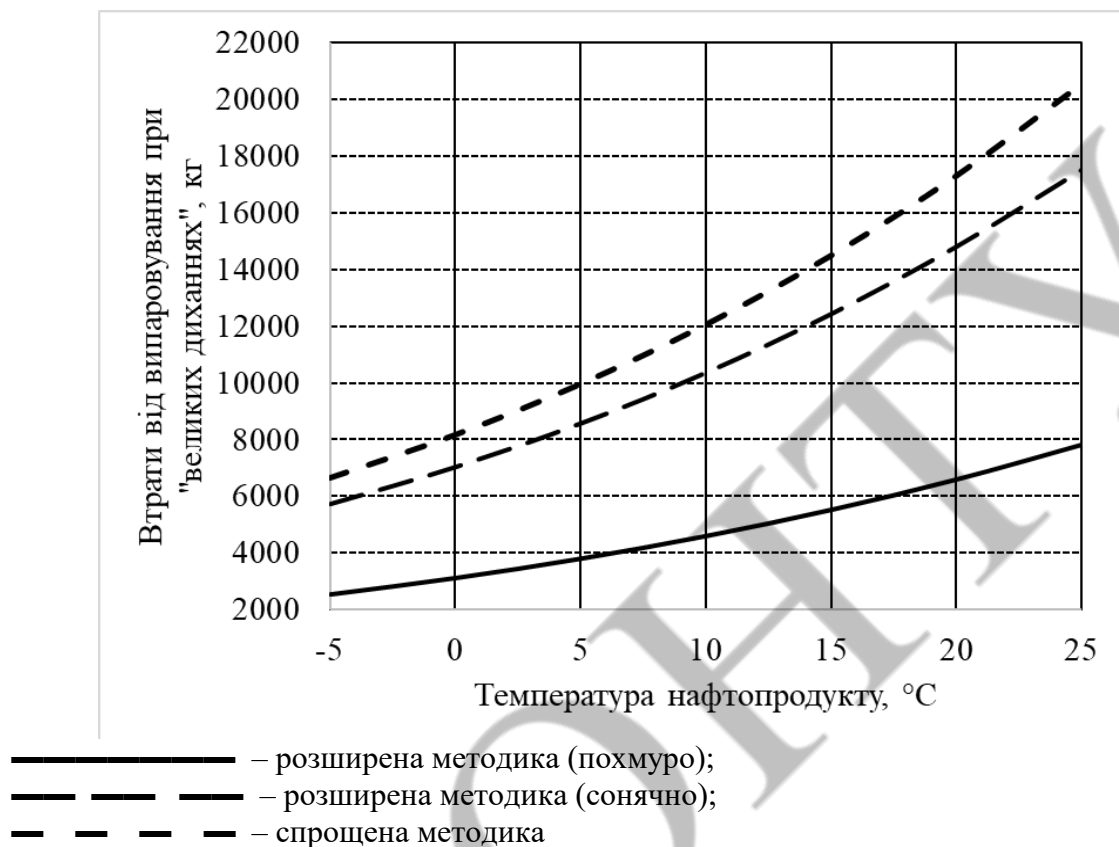


Рис. 2 – Кількість втрат бензину від випаровування при «великих» диханнях резервуару

1. Лісафін В.П. Проектування та експлуатація складів нафти і нафтопродуктів: [підруч. для студ. вищ. навч. закл.] / В.П. Лісафін, Д.В. Лісафін. – Івано-Франківськ: Факел, 2006. – 597 с.

*Науковий керівник: Сагала Т.А., к.т.н., доц.
Одеський національний технологічний університет*

УДК 631.353.3

БІОЕНЕРГЕТИКА ТА ЇЇ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Никонюк Є. С., студентка II курсу

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Глобальний енергетичний ландшафт зазнає значних змін, оскільки світ бореться з проблемою декарбонізації своїх енергетичних систем для пом'якшення кліматичних змін. Відновлювані джерела енергії (ВДЕ), такі як енергія вітру, сонця, води та ін. стали багатообіцяючою альтернативою традиційному викопному паливу, яке вже давно асоціюється з погіршенням навколишнього середовища та зміною клімату. Біоенергія,

отримана з таких джерел біомаси, як рослини та органічні відходи, має ряд переваг як альтернативне джерело енергії. Вона відновлювана, широко доступна і може вироблятися всередині країни, зменшуючи залежність від іноземних джерел енергії. Крім того, біоенергетика має потенціал для зменшення викидів парникових газів і пом'якшення кліматичних змін, а також забезпечує економічні вигоди для сільських громад через створення робочих місць і отримання прибутку.

Метою даного дослідження є демонстрація процесу відмовлення від централізованого теплопостачання з переходом на використання твердопаливного котла на прикладі музичної школи с. Лисківка (Царичанського району).

До квітня 2022 року у Лисківській районній музичній школі було централізоване опалення, яке надавалося місцевим комунальним підприємством. Це призводило до постійних проблем для учнів та викладачів, тому що будівля не мала змоги прогріватися до початку опалювального сезону. Діти часто почали хворіти через перемерзання в таких умовах, тому деякі батьки припинили дозволяти відвідувати школу. А також, через високі платіжки дирекції школи доводилося вимикати опалення під час морозів взимку.

Тому в серпні цього ж року викладачі та директор школи вирішили встановити твердопаливний котел в рамках Програми енергонезалежності та енергоефективності для покращення ситуації та для того щоб діти могли змугу і надалі розвивати свої таланти. Альтернативне джерело опалення вибирали виходячи з площі будівлі - 200 км². Було вирішено придбати котел ЗУБР СТАНДАРТ (ZUBR STANDART) 24 кВт.

Підсумовуючи можна сказати, що даний перехід з одного виду опалення на інше пройшов досить вдало. Було проведено опитування в результаті якого ми дізналися, що більшість викладачів так і батьків учнів з самого початку не були проти переходу, люди зрозуміли цінність альтернативи та ще більше впевнилися в своїй думці під час наступного опалювального сезону. Тепер у музичній школі завжди тепло, а діти залюбки відвідують заняття.

У даній роботі були описані переваги переходу на один з видів альтернативних джерел опалення та про те як саме це може вплинути на життя людей.

Науковий керівник: Тихомирова Т.С.к.т.н., доценткафедри хімічної техніки та промислової екологіїНаціональний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

УДК 629.7.036.3

ТЕПЛООБМІННИЙ АПАРАТ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ВОДНЕВОГО ПАЛИВА

Солодовнік М.С.¹, Лисиця О.Ю.², Петухов І.І.³

¹студент-бакалавр кафедри аерокосмічної теплотехніки.

^{2,3}к.т.н., доцент, доцент кафедри аерокосмічної теплотехніки.

**Національний аерокосмічний університет імені М. Є. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут"**

Використання водню в якості палива на сьогоднішній день має велику значимість як для аерокосмічної техніки, так і для наземного транспорту. Водень є екологічно чистим, має дуже високу теплоту згорання, в якості холодоносія забезпечує великі коефіцієнти

тепловіддачі. Це дозволяє суттєво підвищити ефективність двигунів різних типів і зменшити практично до нуля шкідливі викиди.

Використання цих переваг ускладнюється малою густиною водню, а також низькою температурою у рідкому стані. Тому методи накопичення водню, його зберігання та охолодження у рідкому стані, поряд з технологіями виробництва та транспортування водню активно удосконалюються. Одна з можливих систем охолодження водню передбачає використання бака, насоса, вентилів, трубопроводів, допалювача, теплообмінного апарату (ТОА) і сепаратора. Ключовим елементом такої системи є спіральний теплообмінник, проектувальний розрахунок якого представлено в даній роботі.

В ТОА з одного боку спіралі входить водень в стані насичення з тиском 1 бар та температурою 20,4 К (холодний теплоносіє), який в процесі подальшого теплообміну кипить, відбираючи теплоту від гарячого теплоносія. Виходить киплячий водень з ТОА з такою ж температурою, тільки частково випаровується. З іншого боку спіралі ТОА подається рідкий водень під тиском 4,5 бар та температурою 26 К (гарячий теплоносіє). Такий водень знаходиться у рідкому стані за рахунок підвищеного тиску. В процесі теплообміну через стінку з киплячим воднем температура рідкого водню знижується до 21 К на виході.

Тепловий розрахунок ТОА дозволив знайти теплове навантаження апарату. При витраті киплячого водню 0,043 кг/с воно склало 19,7 кВт. Коефіцієнт тепловіддачі при кипінні водню становить 2034 Вт/(м²·К). Розрахунок геометрії теплообмінника показав, що ширина каналу є 0,005 м, а ширина стрічки – 0,5 м. Розрахункова швидкість водню, який охолоджується, складає 1,2 м/с, а киплячого – 14,1 м/с. Для турбулентного режиму течії коефіцієнт тепловіддачі від рідкого водню до стінки дорівнює 417 Вт/(м²·К). При товщині спіралі 0,002 м коефіцієнт теплопередачі є 312 Вт/(м²·К).

З урахуванням середньо-логарифмічного температурного напору 2,24 К, кроку спіралі 0,007 м, внутрішнього діаметру спіралі 0,407 м число витків обох спіралей, яке необхідне для отримання ефективної довжини ТОА, становить 27. В результаті проектувального розрахунку спірального теплообмінника системи охолодження водневого палива при витраті водню, що охолоджується, 0,2 кг/с, площа апарату склала 28,12 м², зовнішній діаметр спіралі – 0,94 м, а маса ТОА – 947 кг.

*Лисиця О.Ю., к.т.н., доцент, доцент кафедри аерокосмічної теплотехніки. НАКУ, "ХАІ".
Петухов І.І., к.т.н., доцент, доцент кафедри аерокосмічної теплотехніки. НАКУ, "ХАІ".*

УДК 631.563

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДООВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ В РЕГУЛЬОВАНОМУ ГАЗОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

**Потапов В.О., професор, д.т.н., Білий Д.В., аспірант, Міщенко В.В., магістрант
Державний біотехнологічний університет**

Створення регульованої газової середовища (РГС) для зберігання овочів і фруктів має великий потенціал для зменшення використання хімікатів після збору врожаю, підтримки поживної якості плодоовочевої продукції і зменшення фізичних втрат. Щоб забезпечити постачання якісної продукції та подовжити термін її служби, цей складний процес повинен включати контроль температури навколишнього середовища, відносної вологості, етилену, вуглекислого газу та кисню. Регулювання цих умов мінімізує два найважливіших життєвих процеси - дихання і транспірацію, що сприяє зниженню метаболізму продуктів, а отже, подовжує термін зберігання.

Зберігання плодоовочевої продукції є успішним лише при низьких температурах. Тому стандартні холодильні установки є невід'ємними компонентами системи РГС. Контроль температури досягається за допомогою електронних регулюючих пристроїв,

датчиків і систем моніторингу. Для тривалого зберігання зазвичай використовують температуру від 0 до 14 °С, залежно від овочів чи фруктів. Температурний режим повинен бути стабільним, оскільки навіть незначні зміни і відхилення від встановленого рівня всього на кілька градусів можуть скоротити термін зберігання продукції або вплинути на її товарний вигляд.

Більшість фруктів і овочів які зберігаються в централізованому сховищі, вимагають високої відносної вологості, ближче до насичення, але волога не повинна конденсуватися на продуктах.

Для створення регульованого газового середовища застосовується генератор азоту, який працює на суміші повітря та горючих газів. Необхідна концентрація і співвідношення кисню, вуглекислого газу та азоту в газовому середовищі камер зберігання проводиться шляхом видалення надлишку вуглекислого газу за допомогою спеціальних пристроїв очищення, робота яких ґрунтується на здатності карбонату калію та активованого вугілля поглинати вуглекислий газ, а також організації газообміну між середовищем всередині камери через газообмінні апарати. Ці установки називають скруберами. Принцип їх дії полягає в очищенні повітря, засмоктаного вентилятором з камери. Очищене повітря знову повертається в камеру [1].

Система підтримання регульованого газового середовища (рис. 1) складається з: генератора азоту, скруббера вуглекислого газу, зворотних та запобіжних клапанів та аналізаторів газу [2].

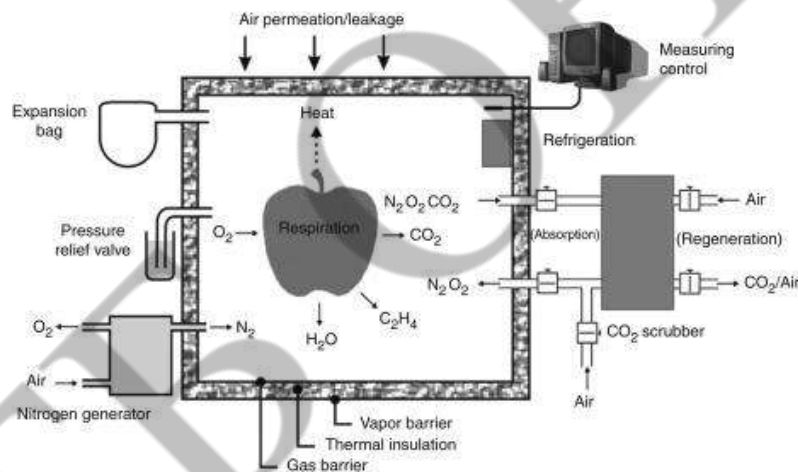


Рис. 1 – Система регульованого газового середовища

В процесі зберігання плодоовочевої продукції заданий автоматичною системою керування склад повітряного середовища досягається за допомогою фільтрації повітря при роботі скрубера в поєднанні з генератором азоту, який періодично замінює вуглекислий газ і кисень камери азотом.

Інформаційні джерела

1. Післязрожайна обробка та зберігання плодів, овочів, фруктів: Практичний посібник / Проект USAID «АгроІнвест». Київ: 2014 . 26 с.
1. Samad Bodbodak, Mohammad Moshfeghifar. Advances in controlled atmosphere storage of fruits and vegetables. Eco-Friendly Technology for Postharvest Produce Quality. 2016, P. 39.

Потапов Володимир Олексійович, Доктор технічних наук, Професор, Кафедра інтегрованих електротехнологій та енергетичного машинобудування, Державний біотехнологічний

УДК 621.311. 243

ПРОБЛЕМИ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ В ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД

Столяров О.Я., аспірант

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Російське вторгнення до України спричинило «першу справді глобальну енергетичну кризу» – про це йдеться в звіті Міжнародного енергетичного агентства від 06.12.2022. Це величезні збитки генеруючим потужностям енергетики, зокрема ВДЕ. За даними експертів об'єкти відновлюваної енергетики на окупованих територіях практично припинили свою діяльність через пошкодження трансформаторних підстанцій та електромереж, обстріли персоналу та перекриття доступу на об'єкти. В областях, де наразі тривають активні бойові дії, перебуває 47% встановленої потужності електростанцій на відновлюваних джерелах енергії; багато станцій ВДЕ знаходяться в областях, суміжних із областями, де відбуваються активні бойові дії (рис.1) [1].

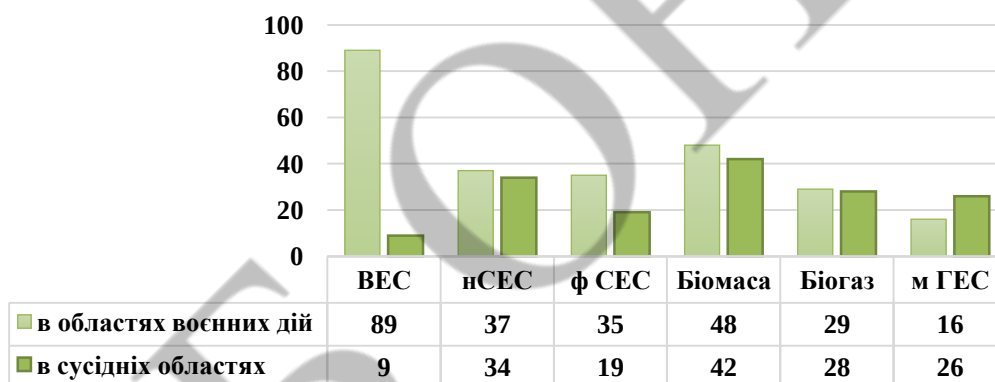


Рис. 1 – Частка встановленої потужності в областях активних бойових дій та в сусідніх регіонах, %

джерело: данні Української асоціації відновлювальної енергетики

За даними ДП “Гарантований покупець” [2] на початок 2022 року встановлена потужність виробників у балансуючій групі гарантованого покупця складала близько 8500 МВт, а обсяг інвестицій перевищував 12 млрд. доларів США, зараз показник встановленої потужності у балансуючій групі ГП зменшився на 24% – до 6500 МВт, близько 70 суб'єктів господарювання, тобто 7% балансуючої групи Гарантованого покупця взагалі не виробляють електричну енергію.

Фактичні дані втрат потужності, генерації електроенергії компанії сонячної енергетики (всього 10 ФЕС) та обмеження у 2022 році в порівнянні з 2021 роком представлені в табл. 1.

Таблиця 1 - Порівняння даних роботи ФЕС за 2021-2022 рік

Місцезнаходження станцій, області	Потужність, втрати внаслідок війни, МВт		Генерація, МВт\ тис.грн		Обмеження МВт\ тис.грн	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
	відхилення		відхилення		відхилення	
Вінницька	0		-3075 /-16250		+2237 /+ 9869	
Одеська	0		-7448 /-40083		+7740 / +686039	

Херсонська	0	-2835/ - 14184	+1573 /+5997
Миколаївська	- 13,369	-18442 / - 84155	+7527/ +29548
ВСЬОГО	-13,369	-31800 / - 154663	+ 17596/ +733115

Джерело : власні розрахунки за фактичними даними

Економічні труднощі, що виникли в Україні не минули ринок електроенергії, зокрема виробників з альтернативних джерел енергії. У 2022 році рівень недоплат компенсації небалансів став найкритичнішим за всю історію відновлюваної енергетики України і склав близько 50%; крім того, виникли значні затримки платежів.

План відновлення України до 2032 року презентовано Урядом України в липні 2022 року на міжнародній конференції донорів в Луганно. Розвиток сектору відновлюваних джерел енергії буде відбуватись відповідно до даного Плану (рис.2).



Рис.2 – Концепція виробництва електричної енергії без викидів ПГ.

До 2032 року планується будівництво 5-7 ГВт нових сонячних та вітроелектростанцій для розширення експортної спроможності України, 30+ ГВт об'єктів з ВДЕ для виробництва відновлюваного водню. Протягом наступних 10 років Планом передбачено введення в експлуатацію 1,5-2 ГВт пікових потужностей, 0,7-1 ГВт акумуляторів та 15 ГВт електролізних потужностей. Обсяг майбутніх інвестицій у національну програму «Енергетична незалежність та зелений курс» оцінюється у 130 млрд доларів. Що стосується подальшого розвитку сонячної енергетики, відповідно до цілей, встановлених у Плані RePowerEU, активного розвитку набуде сектор малої сонячної генерації, а саме встановлення фотоелектричних систем на дахах будівель та в домашніх господарствах [3]. У липні 2022 року Україна приєдналася до Міжнародного енергетичного агентства як асоційований член. Спільнота МЕА забезпечує близько 75% світового попиту на енергію і охоплює більш як 5 млрд споживачів.

Ця війна продемонструвала усьому світу якою є і може бути ціна традиційної енергетики. Саме тому, профільні асоціації з ВДЕ Європи та України - WindEurope, SolarPowerEurope, Українська вітроенергетична асоціація та Асоціація сонячної енергетики України переконані, що післявоєнна відбудова України повинна базуватись на основі ВДЕ і що в Україні є достатньо технічного і ресурсного потенціалу для досягнення **50% частки ВДЕ** у загальному електроенергетичному балансі України вже к 2030 року.

Інформаційні джерела:

1. Українська асоціація відновлювальної енергетики, <https://uare.com.ua/novyny/799-polovina-potuzhnostej-vidnovlyuvanoji-energetiki-ukrajini-pid-zagrozoju-znishchennya-cherez-vijskovu-agresiyu-rf.html>
2. ДП «Гарантований покупець», <https://www.gpee.com.ua>.
3. План Відновлення України, <https://www.kmu.gov.ua/news/opryliudneno-dlia-komentuvannia-rozdily-planu-vidnovlennia-ukrainy>.

УДК 622+629

ОЦІНКА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ СТАНЦІЯМИ ПРОТИКОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ У ПРОЕКТАХ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВІДІВ

Бондарев О. Є.

Одеський національний технологічний університет

Магістральним трубопроводом називають трубопровід діаметром рівним 219 мм і більше, який має довжину понад 50 км. Розрізняють магістральні нафтопроводи та магістральні газопроводи. На станціях, що перекачують (компресорних, насосних) і на лінійній частині трубопроводів розміщують катодні станції протикорозійного захисту. Призначення катодних станцій усувати внутрішньо-трубну корозію. Історично магістральні нафтопроводи почали будувати із середини 19 століття, а магістральні газопроводи після Другої світової війни. Ця обставина призвела до різної оцінки енергоспоживання катодними станціями нафтопроводів та газопроводів на стадії проектування.

Нафта – це розчин різних вуглеводнів одне одному. Товарна нафта, що транспортується магістральними трубопроводами містить домішки води, солей, твердих частинок та розчинені гази в невеликих кількостях.

Природний газ – це метан із домішками етану, пропану, бутану, азоту, вуглекислого газу, сірководню. Метану в суміші більше 80%. При експлуатації газопроводів у труби потрапляють водяні пари, які при робочих тисках газу можуть конденсуватися.

Різний склад товарної нафти та природного газу обумовлює їх різні фізико-хімічні властивості та різну корозійну активність. Циклічні навантаження потоку, збільшення його температури та коливання тиску сприяють збільшенню корозії.

Проект магістрального трубопроводу передбачає розміщення засувки по трасі. Згідно з нормативними документами відстань між засувками становить 20-30 км. У місцях розміщення засувки рекомендують встановлення катодних станцій. Протяжність магістральних трубопроводів складає сотні та тисячі кілометрів. Число катодних станцій на магістральних трубопроводах становить десятки.

Згідно з нормативними документами організацій, що розробляють проекти магістральних нафтопроводів, витрати електроенергії на власні потреби лінійної частини нафтопроводу становлять у середньому на 100 кілометрів 15 тис. кВт·год на рік. Це витрати на систему електрохімічного захисту трубопроводу та кабелю зв'язку від корозії є харчуванням систем катодного захисту. Вказане середнє значення закладається у проект магістрального нафтопроводу. Значення рекомендоване за результатами аналізу роботи існуючих магістральних нафтопроводів за більш 100-річний період їх експлуатації. Слід зазначити, що катодні станції працюють постійно і незалежно від режиму прокачування технологічного потоку. Гранично допустимі терміни відключення струму та станцій електрохімічного захисту встановлюють не більше 10 днів на рік.

При проектуванні магістральних газопроводів використовують технологічні норми витрати електроенергії в лінійної частині. Ці норми враховують витрати на технологічний процес транспортування газу, а також технічно неминучі втрати енергії під час роботи обладнання на один кілометр траси.

Основними вихідними даними для розрахунку норм витрати електроенергії на об'єктах електрохімічного захисту газопроводів при їх проектуванні є: заводська технічна документація,

технологічні регламент та інструкції з експлуатації засобів електрохімічного захисту та електропостачання, а також характеристики іншого технологічного обладнання.

Методика розрахунку енергоспоживання полягає у наступному. За результатами попереднього аналізу траси газопроводу з допомогою каталогів підбирається тип перетворювачів для катодного захисту підземних металевих споруд від електрохімічної корозії у зонах стійких потенціалів на різних ділянках.

Розраховується витрата електроенергії за запланований період для кожного обраного для встановлення типу перетворювача, кВт·год;

$$W_i = P_{уст} \cdot K_m \cdot t \cdot K_{вр} \cdot K_{л}$$

де $P_{уст}$ - встановлена потужність одиниці вибраного перетворювача, кВт.

K_m - коефіцієнт використання перетворювача за потужністю. При проектуванні приймається рівним одиниці.

t - календарний час роботи перетворювача в запланованому періоді, год;

$K_{вр}$ - коефіцієнт використання перетворювача за часом;

При проектуванні $K_{вр}$ може бути прийнята рівною - $K_{вр} = (365 - 10) / 365 = 0,973$.

$K_{л}$ - це коефіцієнт враховує втрати електроенергії у силових трансформаторах, розподільниках, електричних мережах. Він приймається за результатами багаторічного досвіду експлуатації газопроводів, $K_{л} = 1,03 - 1,05$.

Паспортні дані перетворювачів заводської готовності

Показники	Типи перетворювачів			
	КСС-600 (24/48)	ПСК (ПАСК)-1,2/48	ПСК (ПАСК)-3/96	ПСК (ПАСК)-5/96
1. Напруга на вході, В	220			
2. Вихідна потужність, кВт	0,60	1,20	3,0	5,0
3. Напруга на виході, В	24/48	24/48	48/96	48/96
4. Випрямлений струм, А	25/12,5	50/25	62/31	105/92
5. ККД обладнання, %	60	72	83	83
6. Потужність змінного струму, кВт	0,990	1,660	3,614	6,024

Приклад розрахунку витрати електроенергії на електрохімічний захист ділянки газопроводу.

Вихідні дані: Довжина ділянки газопроводу 100 км; відстань між засувками та станціями катодного захисту трасою 25 км; тип обраного перетворювача ПСК-3/96 за наслідками попереднього аналізу; період роботи станцій один рік.

Расчёт. Потужність змінного струму ПСК-3/96 складає $P_{уст} = 3,614$ кВт. Витрата електроенергії за запланований період (рік) на роботу одного перетворювача

$$W_1 = P_{уст} \cdot K_m \cdot t \cdot K_{вр} \cdot K_{л} = 3,614 \cdot 1 \cdot 8760 \cdot 0,973 \cdot 1,04 = 32036 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

На ділянці газопроводу розташовано чотири станції катодного захисту. ($100/25 = 4$).

Витрати електроенергії за планований період (рік) на роботу чотирьох перетворювачів

$$W_4 = 4 \cdot 32036 = 12814 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Висновок. Методика оцінки енергоспоживання станціями катодного захисту нафтопроводу дає результати за значенням на 15% більше ніж результати енергоспоживання за методикою катодного захисту газопроводів. Результати обох методик задовільно збігаються.

Слід зазначити, що захист трубопроводів від підземної корозії незалежно від корозійної агресивності ґрунту та району їх прокладання повинен здійснюватися комплексно: захисними покриттями та засобами електрохімічного захисту.

Корозійні процеси нафтогазопромислового обладнання в загальному випадку поділяють на зовнішні і внутрішні. До методів боротьби з внутрішньою корозією відносяться інгібіторний захист, бактерицидний захист. До методів боротьби із зовнішньою корозією відносяться електрохімічний захист, захисні ізолюючі покриття, лакофарбові покриття. Переважна більшість корозійних руйнувань обладнання спричиняється електрохімічною корозією.

Електрохімічний захист металу від корозії здійснюється поляризацією від зовнішнього джерела струму або шляхом з'єднання з металом (протектором), який має більш від'ємний

або більш додатний потенціал, ніж у металі, що захищається. До електрохімічних методів захисту від підземної корозії відносяться електродренажний захист, захист катодними установками та протекторний захист. Катодний захист – це спосіб захисту металевих споруд від підземної корозії шляхом катодної поляризації за допомогою струму від зовнішнього джерела. Катодна поляризація здійснюється за допомогою накладеного струму від зовнішнього джерела.

Інформаційні джерела:

1. Григораш В. В., Попович С. Д., Городівська Г. В., Кісіль І. С., Дранчук М. М. Протикорозійний захист нафтогазопромислового обладнання у ВАТ "УКРНАФТА"// Методи та прилади контролю якості, № 22, 2009 - С. 101- 106.

Наукові керівники: Кологривов М.М. к.т.н, доц. , Біленко Н. О. доктор філософії
Одеський національний технологічний університет

УДК 622.7

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ БІОДИЗЕЛЮ, В ЯКОСТІ ЗАМІННИКА МІНЕРАЛЬНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛЬНОГО

**Пономарьов К. М., аспірант 2 року навчання
Одеський національний технологічний університет**

Світові вчені попереджають, що в недалекому майбутньому питання екології та захисту навколишнього середовища затьмарить усі інші проблеми, хоч якими б великими й важливими вони не були. Особливо відчутним загострення екологічної ситуації в Україні стало в умовах війни та кризових явищ в економіці. Наслідком нераціонального й неконтрольованого використання природних ресурсів може стати лише екологічна катастрофа.

Великою проблемою повсякдення є пошук шляху до найдешевшого виробництва енергії. Саме енергоресурси, тобто джерела різних видів енергії, наразі стають більш затребуваними. Тому, однією з пріоритетних задач сучасної науки є пошук нових та оптимізація і покращення методів виробництва існуючих енергоресурсів.

Одним з основних енергоресурсів на даний час є нафта і газ. За даними Міжнародного енергетичного агентства (ІЕА), нафта і нафтопродукти була джерелом 31 % усієї енергії та 7 % електроенергії у 2019 році. Крім використання в якості джерела енергії, нафту використовують в якості хімічної сировини – на неенергетичне використання було спрямовано 17 % нафти і нафтопродуктів. Газ був джерелом 23 % усієї енергії та 40 % електроенергії, при цьому 12 % газу не використовувалось в якості пального[8].

Таблиця 1 – Світовий енергетичний баланс за 2019 рік

Постачання та споживання	Загальне енергопостачання,	Виробництво електроенергії	Неенергетичне використання
Вугілля	1623,75	72,727	2,074
Сира нафта	190,85,0	1,417	0,533
Нафтопродукти	3,48,6	5,727	27,945
Природний газ	140,78,4	38,996	8,152
Ядерна енергетика	30,46,1	30,315	
Гідроенергетика	15,19,5	15,195	
Біопаливо та відходи	56,81,3	5,156	
Інше	13,49,6	71,087	
Всього	606,48,8	98,446	38,704

Таким чином, виробництво біопалива є одним з пріоритетних напрямків сталого розвитку суспільства. Зниження застосування нафтопродуктів в якості пального надає можливість до збільшення використання нафти в якості сировини нафтохімічного синтезу для виробництва пластмас, синтетичних волокон, розчинників, у фармацевтичному та хімічному виробництві.

Біопаливо умовно поділяють на декілька поколінь. Біопаливо, вироблене з традиційних сільськогосподарських культур з високим вмістом жирів, крохмалю та вуглеводів відносять до першого покоління. До біопалива другого покоління відносяться різні види палива, отриманого методами піролізу біомаси. Біопаливо третього покоління – це група палива, отриманого із водоростей. Наразі проводяться активні дослідження методів підвищення ефективності виробництва усіх поколінь біопалива. Тому розробка новітніх технологій виробництва біодизельного пального, як прикладу біопалива першого покоління, досі не втрачає актуальності.

Прямими перевагами, одержуваними при використанні біодизеля є:

- збільшення цетанового числа і змащувальних здібностей, що продовжує термін служби двигуна;
- значне зниження шкідливих викидів (включаючи CO, CO₂, SO₂, дрібні частинки і летючі органічні сполуки);
- сприяння очищенню інжекторів, паливних насосів і каналів подачі пального.

Ці переваги легко доступні і не вимагають витрат на модифікацію двигунів або зміни в інфраструктурі. До того ж, додавання каталізатора може знизити викиди оксидів азоту, що надає гнучкість щодо дотримання вимог до чистоти атмосферного повітря.

Нарешті, біодизель дає можливість власникам і керівникам автопарків, які використовують дизельне паливо (включаючи рухомий склад і автомобілі, виключені з нього, а також морські судна, оснащені дизельними двигунами), дотримуватися без особливих зусиль вимоги до чистоти повітря, не витрачаючи значних коштів, як у випадку з іншими альтернативними видами палива.

У порівнянні з нафтовими дизельними паливами, біодизельні мають ряд переваг не тільки за екологічними показниками. Вони характеризуються високим цетановим числом – у середньому 51 – 58 од. і високою температурою спалаху – вище 100 °C, що знижує їх пожежобезпечність, мають кращу змащувальну здатність.

З огляду на зростання цін на нафту, застосування біодизельних палив стає економічно все більш вигідним, особливо якщо враховувати податкові пільги, що надаються урядами різних країн.

На основі вищесказаного слід зазначити, що біодизель може бути використаний як альтернатива традиційним мінеральним видам палива. Виробництво біодизеля може вестися у розвинених сільськогосподарських регіонах країни, для яких характерно стабільне економічне становище. Істотною перевагою біодизельного палива є те, що підприємства з його отримання можуть бути розміщені у безпосередній близькості від основних споживачів. Таким чином, створення нових підприємств з виробництва біопалив в умовах дефіциту нафти є виправданим. При цьому для будівництва такого підприємства необхідно вибирати території, які дозволять отримати найкращий економічний ефект внаслідок зниження витрат на вирощування і доставку сировини, транспортування готової продукції, близькість інших ресурсів: трудових, енергетичних, транспортних. Також не менш важливим фактором є подальше оперативне управління і налагодження системи контролю. У разі дотриманні всіх умов управлінської діяльності та усунення відхилень від цільової моделі проект будівництва підприємства з виробництва біодизеля обіцяє бути успішним, окупити і помножити усі капіталовкладення. Також необхідно відзначити, що виробництво і застосування тих чи інших видів альтернативного палива в окремо взятій країні пов'язано з рядом обмежень. Без належного розвитку інфраструктури та підтримки економічно обґрунтованого попиту жоден з видів альтернативного палива не може розглядатися як повноцінна заміна палив з нафтової сировини. Ефект від використання установок з виробництва біодизельного палива, синтетичного бензину, з перетворення відпрацьованої олії і т.д. поза рамками реалізації масштабної державної програми може носити лише виключно локальний

характер. У зв'язку з цим залишається сподіватися, що частина фінансових ресурсів піде на своєчасну розробку і впровадження високоефективних енергозберігаючих технологій та альтернативних енергоресурсів.

Інформаційні джерела

1. Екологічна ситуація в Україні: оцінка сучасного становища // ECOBUSINESS: [Веб-сайт]. URL: <https://ecolog-ua.com/news/ekologichna-sytuaciya-v-ukrayini-ocinka-suchasnogo-stanovyshcha> (дата звернення: 30.03.2023).

2. Energy balances // Key World Energy Statistics 2021: statistics report. Paris, 2021. p. 48.

Науковий керівник: Тітлов О.С., д.т.н, проф.

Одеський національний технологічний університет

УДК 664.8

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФРУКТОСХОВИЩ

Черняков Д.В.

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Відмінними рисами найбільш ефективних сучасних овоче- та фруктосховищ є оснащення автоматичними системами контролю параметрів зберігання, застосування спеціалізованого вентиляційного та холодильного обладнання. Практика показує, що процес зберігання найбільш ефективно організований у комплексах, створених за секційним принципом, коли середовище зберігання є сукупністю секцій, у кожній з яких технічно можливі швидке створення та довготривале підтримання заданих параметрів. Саме така система забезпечує маневреність, надійність, хорошу адаптацію до специфічних умов експлуатації (сезонність), більшу тривалість безперервної дії, різночасність введення в роботу різних секцій, велику різноманітність режимів та етапів технологічних процесів. Експлуатовані в даний час сховища на кшталт повітряної обробки можна розділити на дві групи: з природною та примусовою вентиляцією. Хороший результат при зберіганні в умовах природної вентиляції можна отримати тільки в тому випадку, якщо температура зовнішнього повітря буде нижчою за температуру закладену на зберігання продукції. При використанні активної вентиляції з'являються можливості її регулювання, оптимізації процесів просушування вологості продукції, відведення вологості та вуглекислого газу, підведення кисню, рівномірного охолодження та підігріву.

При тривалому зберіганні активне вентилявання призводить до суттєвих втрат маси плодоовочевої продукції через усування. Виникає потреба у зволоженні вентиляційного потоку до 90-98% відносної вологості за допомогою введення в нього водяної пари або тонкого водяного аерозолю. Парові зволожувачі останнім часом застосовують рідко через значне енергоспоживання і необхідність компенсації теплоти, що вноситься разом з паром, тому найбільшу перевагу віддають аерозольному зволоженню. Для його реалізації в сховищах застосовують механічні розпилювачі з дисковими і конусними робочими елементами, що обертаються, підведення рідини до яких здійснюється безпосередньою подачею на робочий елемент або занурювальним способом. Характерна риса цих розпилювачів – генерування полідисперсного факела аерозолю, тобто разом із дрібними утворюються великі краплі, які не беруть участь у процесі зволоження оскільки, по-перше, конструкція більшості апаратів не дозволяє їм залишити розпилювальний вузол – вони сепаруються і повертаються назад у резервуар; по-друге, якщо деякі великі краплі залишають апарат, то вони під дією сил інерції і ваги осідають на конструкціях, що захищають, не випаровуючись. Отже, енергія, витрачена на їх утворення, практично не використовується, і процес зволоження з цієї причини стає менш ефективним і більш енергоємним [1]. З урахуванням цих обставин вченими було запропоновано ефективну технологію, засновану на ультразвуковому диспергуванні рідин. Схема її реалізації – розпилення в «ультразвуковому фонтані», що генерує тонкий монодисперсний аерозоль. На

зволоження повітряного потоку з 70 до 94% при порівнянні з традиційними ультразвуковими зволожувачами витрачає енергії в 13 разів менше [2].

Система та режим вентиляції є важливими факторами, що впливають на якість зберігання плодоовочевої продукції. Для вентиляції зовнішнім повітрям призначений повітрозмішувальний пристрій, який підтримує необхідну температуру в сховищі шляхом автоматичного змішування внутрішнього та зовнішнього повітря. Кожен повітрозмішувальний пристрій обладнано кліматичним процесором, який використовується для встановлення та контролю параметрів зберігання. Декілька принципів відмінностей має обладнання для вентиляції овочів модульного типу, яке широко поширене в США та Канаді. Установка забезпечує нагрівання, охолодження природним холодом, зволоження та підтримання в сховищі мікроклімату із заданими параметрами в автоматичному або ручному режимі, може працювати на зовнішньому або рециркуляційному повітрі або їх суміші.

Фахівці рекомендують зберігати овочі у контейнерах, виготовлених із оцинкованого металу. З усіх варіантів конструкцій овочесховищ дешевші за інші є металоконструкції, оскільки зводяться значно швидше і, отже, швидше починають окупатися. Важливим моментом є використання якісної теплоізоляції, що сприяє значному зниженню енерговитрат. Стіни таких сховищ складаються з легких металевих конструкцій і панелей типу «сендвіч», підлоги можуть бути звичайними, утепленими, з бетону або з сучасними полімерними покриттями, які не припадають пилом і не кришаться. Сховища, побудовані з використанням «сендвіч-панелей», оснащені сучасними системами холодопостачання та вентиляції, забезпечують усі необхідні параметри повітря. Для покращення ізоляції будівлі рекомендується робити всередині приміщення поліуретанове напілення або використовувати інші матеріали, товщина прошарку яких залежить від коефіцієнта ізоляції (необхідний $k = 0,25$ відповідає 10-15 см поліуретану або 15-20 см мінеральної вати). Застосування сучасних технологій зберігання плодів і овочів, що використовуються в європейських країнах, передбачає не тільки реконструкцію або будівництво будівлі сховища «з нуля», але й заміну відцентрових вентиляторів на осьові вентилятори, тому що відцентрові вентилятори не завжди здатні охолодити весь обсяг овочів, і всередині виникає перегрів. Установка обладнання проводиться на кожен секцію (25-30 м) сховища. Щоб усунути накопичення вологи, на стелі використовуються вентилятори, що працюють не тільки на підтримання температури, але і на охолодження. З їх допомогою досягається ефект нормалізації температурного режиму всередині штабеля зберігання, тобто стабілізується вологість самого продукту. Робота всієї системи зберігання овочів контролюється за допомогою міні-комп'ютера, що встановлюється на кожен блок сховища [3].

Впровадження розроблених технологій, обладнання та точне дотримання режимів зберігання забезпечать скорочення втрат плодоовочевої продукції. Важлива роль має бути відведена технології попереднього охолодження, використання якої дозволяє в 3-5 разів знизити втрати від псування та втрат маси в період накопичення сировини та при її транспортуванні, а також значно покращити якість плодоовочевої продукції в процесі тривалого зберігання. Збереження протягом максимально тривалого часу високої якості та біологічної цінності фруктів та овочів забезпечується застосуванням технологій їх обробки етиленпоглинаючими та біологічно активними препаратами, полімерних та високобар'єрних бактерицидних пакувальних матеріалів, використанням модифікованого та контрольованого газових середовищ, різних сорбентів, обробкою овочевої сировини озоном.

У результаті термін зберігання плодоовочевої продукції збільшуються від 1 до 3 місяців, а вихід стандартної продукції – від 8 до 20%, природне зменшення маси знижується на 6-10%, загальні втрати – в 3-5 разів. За допомогою цих технологій можна скоротити відходи до мінімуму, це дозволить без збільшення виробництва вирішити проблему забезпечення населення багатьма видами овочевої продукції. Використання цих технологій можливе на базі сучасних сховищ, оснащених автоматичними системами контролю параметрів зберігання, спеціалізованим вентиляційним та холодильним обладнанням, системами додаткового зволоження повітряного потоку.

Інформаційні джерела

1. Вентиляція для овочесховищ. Електронний ресурс. Режим доступу: http://html.project-avk.ru/sub/u1b/vjentaljacija_dlja_ovoshhjekhranilishh/.
2. Тюпин С. В. Применение ультразвука при хранении сельскохозяйственной продукции // МЭСХ. - 2009. - № 6. - С. 35-37.
3. Вайнгаарден К. Й., Бабаева Е. Н. Хранение картофеля и овощей с применением специального оборудования // С.-х. техника, обслуживание, ремонт. - 2006. - № 11. - С. 62-64.

Науковий керівник: Семенюк Д.П., к.т.н., професор кафедри інтегрованих електротехнологій та енергетичного машинобудування Державного біотехнологічного університету м. Харків

УДК 62-551.454

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПІД-РЕГУЛЯТОРА ДОЖИМНОЇ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ Щербатюк О.Я., студент СВО «Бакалавр» Одеський національний технологічний університет

Сучасне газо- нафто- постачання України забезпечується виробничими комплексами до складу яких входить велика кількість технологічних об'єктів видобутку, транспорту, зберігання і розподілу нафти та газу до яких відносять трубопроводи, запірно-регулюючу апаратуру, вимірювальні установки, сепараторі, резервуари тощо.

В умовах зростання об'ємів і дальності транспортних потоків, складності технологічних і виробничих зв'язків між об'єктами досягнення безперервної роботи комплексів можливо при використанні засобів автоматизації.

Успішний процес переробки і перекачування нафти і газу залежить від строгого контролю і підтримки на заданому рівні тиску, температури, витрати, а також від контролю якості вихідного продукту.

У даній роботі проводилась розробка алгоритму автоматизації процесу ефективної роботи дожимної насосної станції, призначеної для контролю, управління, регулювання і сигналізації аварій, що відбуваються на даному об'єкті.

Майже всі технологічні параметри, присутні в реальному промисловому об'єкті, мають аналоговий або дискретний вигляд. Існує багато датчиків, які можуть перетворювати вимірювані величини тільки в аналоговий вигляд, а також багато виконавчих механізмів, що мають тільки аналогові вхідні сигнали.

ПІД-регулятор - пристрій у керуючому контурі зі зворотним зв'язком процесу роботи дожимної насосної станції. ПІД-регулятор формує керуючий сигнал, що є сумою трьох доданків, перший з яких пропорційний різниці вхідного сигналу і сигналу зворотного зв'язку (сигнал неузгодженості), другий - інтегралу сигналу неузгодженості, третій - похідної сигналу неузгодженості. Схема його роботи представлена на рис. 1.

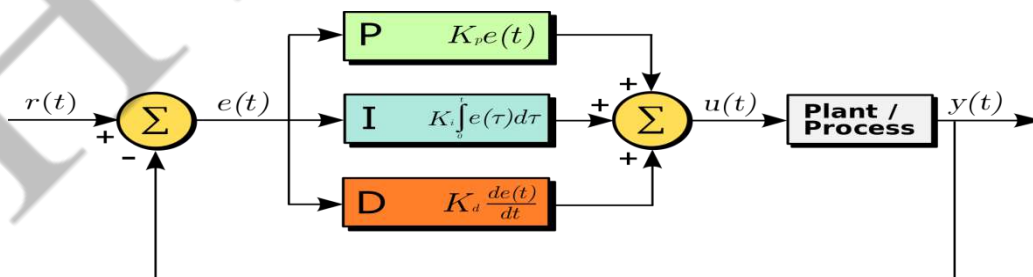


Рис. 1 – Схема системи управління із зворотним зв'язком за участю ПІД-регулятора

Система управляє величиною $y(t)$, тобто виводить величину $y(t)$ на задане значення ззовні $r(t)$. На вхід ПІД-регулятора подається помилка $e(t)$, вихід ПІД-регулятора є впливом $u(t)$, що управляє, для деякого процесу (для об'єкта управління), керуючого величиною $y(t)$.

Призначення ПІД-регулятора - у підтримці заданого значення r деякої величини y за допомогою зміни іншої величини u . Значення r називається заданим значенням, а різниця $e = (r - y)$ — нев'язкою (або помилкою), неузгодженістю чи відхиленням величини від заданої.

У сучасних системах автоматизації, які, як правило, будуються на базі PLC ПІД-регулятори реалізуються або як спеціалізовані апаратні модулі, що включаються до складу контролера, що управляє, або програмними методами, із застосуванням спеціалізованих бібліотек.

Основними недоліками ПІД-регулятора є:

- підвищення посилення високочастотних складових сигналу помилки. Вони носять шумовий характер і через це ставлення корисної складової керуючого сигналу до шумової зменшується, що дестабілізує об'єкт управління;

- виникнення імпульсів великої амплітуди. Таке явище виникає в моменти стрибкоподібної зміни помилки, незважаючи на повільну зміну сигналу системи та у зв'язку зі стрибкоподібними змінами сигналу установки та його проникненням на вхід диференціатора.

Для досягнення найбільшої ефективності роботи дожимної насосної станції необхідно використовувати автоматизовану систему управління технологічним процесом.

Вживані технічні засоби дозволяють реалізувати із заданого набору алгоритмів одноконтурні, багатоконтурні і багатозв'язкові системи автоматичного регулювання, сигналізації і захисту, а так само оперативно перетворювати і удосконалити існуючі схеми захисту, регулювання і сигналізації.

Інформаційні джерела

4. Кріль С.О. Застосування цифрових регуляторів у системі автоматичного регулювання тиску на нафтоперекачувальній станції // Вісник інженерної академії. – Київ. – 2015. – N.1 – С.218-224.

2. Шабанов В.А., Хакимов Э.Ф., Шарипова С.Ф. Алгоритм оценки эффективности частотно-регулируемого электропривода магистральных насосов эксплуатируемых нефтепроводов по критерию снижения расхода электроэнергии // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2013. - №2. – С.34-42.

Волчок В.О., к.т.н., Одеський національний технологічний університет

УДК 621.575.932:621.565.92

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ АГРЕГАТИВ З АЛТЕРНАТИВНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ

Березовська Л.В.

Одеський національний технологічний університет

Виходячи із загальнофізичних уявлень, вирішувати проблеми енергозбереження при експлуатації побутових абсорбційних холодильників та морозильників можна за допомогою [1]: а) використання природного низькотемпературного потенціалу насвіжого повітря в холодну пору року для холодильного зберігання продуктів та для відведення непридатного тепла холодильного циклу [2];

б) оптимізації циклу, схем, конструкцій АХА та камер, що охолоджуються, а також режимів роботи АХП).

У першому випадку побутовий АХП, що знаходиться в приміщенні, може мати тепловий зв'язок із зовнішнім повітрям, наприклад, за допомогою діодних випарно-конденсаційних систем, встановлених у стіні будівлі з деяким кутом нахилу до горизонту. Ця

пропозиція може знайти застосування в північних регіонах, де 7...8 місяців на рік температура зовнішнього повітря значно нижча від 0 °С.

Використовувати природний холод для зберігання продуктів харчування нині пропонують розробники т. зв. «системи ХОЛТ» (за оригінальною термінологією розробників – «холодильник – теплийник» [3]), з виносом всього або частини холодильника в навколишнє середовище.

Слід зазначити, що термінологія в цьому напрямку розробок ще не склалася та мають місце та інші назви, наприклад, деякі розробники абсорбційної холодильної техніки застосовують термін «сезонний холодильник» [4].

Системи ХОЛТ комплектуються парокомпресійними холодильними апаратами чи термоелектричними батареями. Для виключення переморожування продуктів та запобігання загусання олії в компресорі використовуються спеціальні нагрівальні елементи та система терморегулювання.

Апарати пропонують розміщувати у віконних отворах так, щоб одна зі стінок холодильної камери виходила у навколишнє середовище. Стверджується, що системи «ХОЛТ» дозволять знизити річні енерговитрати під час експлуатації холодильного приладу на 50...66 %.

Найбільш пристосований до роботи у складі «сезонного холодильника» АХА. По-перше, відсутні проблеми загусання олії в компресорі в неробочий період, а по-друге, з'являється можливість значно підвищити енергетичну ефективність безнасосного тепловикористовуючого циклу рахунок зниження загального тиску в системі та додаткового переохолодження потоків рідкого аміаку на вході випарника і слабкого ВАР на вході абсорберу.

Необхідно відзначити, що в даний час вже є розробки за способами управління АХА у випадках, коли елементи теплорозсіювання і генераторний вузол розташовані поза опалюваних приміщень, тобто знаходяться при температурі зовнішнього повітря, у тому числі і за способами запуску АХА при температурі повітря нижче мінус 10 °С.

З таких же нетрадиційних напрямів відомі розробки, в яких використовується ефект зниження температури при дроселюванні зрідженого пропану, побутового абсорбційного холодильника, що ступає в палинковому пристрої.

Розробники MEI наводять результати випробувань побутового однокамерного абсорбційного холодильника типу «Elektro Suisse SRL Tipo V 85 GAC» виробництва фірми «Valentini» (Італія) з корисним обсягом НТО 4 дм³, ХК – 78 дм³. Запропонований спосіб дозволив суттєво підвищити сумарну холодопродуктивність та знизити температуру в ХК від плюс 7 °С до мінус 9 °С, а в НТО – з мінус 12,9 °С до мінус 18 °С. До недоліків самі розробники відносять збільшену до 25 % витрату зрідженого газу.

Наведені вище способи роботи абсорбційних холодильників та морозильників можна віднести до нетрадиційних напрямків розробок, вони мають приватний характер і не привертають увагу провідних виробників.

У цій роботі увага зосереджена на підвищенні термодинамічної ефективності холодильного циклу та конструкторське-технологічному вдосконаленні апаратів та режимів роботи їх елементів, як на основних напрямках зниження енергоспоживання побутових АХП.

Перспективним є також і розширення функціональних можливостей побутових АХП за постійного енергоспоживання. Цей напрямок дозволяє використовувати холодильник у комбінованому побутовому приладі. Такий прилад забезпечує як охолодження продуктів, так і їхнє нагрівання за рахунок утилізації невикористаного тепла холодильного циклу.

З проведеного аналізу випливає, що найбільш значущі відомі пропозиції щодо підвищення енергетичної ефективності побутових АХП за допомогою:

- а) удосконалення термодинамічних циклів АХА;
- б) вдосконалення режимів роботи та конструкцій елементів АХА;
- в) раціонального використання холоду у побутових АХП;

г) енергозберігаюче керування режимами роботи побутових АХП.

Інформаційні джерела

1. Титлов А.С. Актуальность разработки и перспективы применения сезонных холодильников / А.С. Титлов, А.П. Селиванов // Наукові праці ОНАХТ. – 2007. – № 31. – Т.1. – С. 125-129.
2. Селиванов А.П. Разработка абсорбционных холодильных аппаратов, работающих в широком диапазоне температур окружающей среды / А.П. Селиванов, А.С. Титлов // Харчова наука і технологія. – 2013. – № 4. – С.132-137.
3. Тітлов О.С. Розробка побутової абсорбційної холодильної техніки різного функціонального призначення з використанням сучасних технологій / О.С. Тітлов // Наукові праці Одеської державної академії харчових технологій. – 1997. – № 17. – С. 266-272.
4. Тітлов О.С. Сучасні тенденції розвитку побутової абсорбційної холодильної техніки / О.С. Тітлов // Наукові праці Одеської державної академії харчових технологій. – 1998. – № 18. – С. 205-208.
5. Селиванов А.П. Абсорбционные холодильные аппараты сезонного типа. Современный уровень разработок и моделирования. Тенденции развития. Проблемы. Инновации в суднобудованні та океанотехніці: матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв : НУК, 2014. – С. 315-316.

*Науковий керівник: Тітлов О.С., д.т.н., проф.
Одеський національний технологічний університет*

UDC 621.575.932

DEVELOPMENT OF A NEW TYPE OF HOUSEHOLD APPLIANCES – REFRIGERATORS WITH A HEATING CHAMBER. SCIENCERISE

Hratiu T.I.

Odesa National University of Technology



The object of this study is absorption-type refrigeration appliances, which allow to expand the functionality of household appliances without additional energy consumption.

Investigated problem: The aim of this study: firstly, due to the novelty of the proposed technique, it was necessary to show the real possibility of obtaining the temperature level required for technological processes (up to 70 °C); secondly, taking into account the experience gained in experimental studies, it was necessary to propose new designs for solving the problems of refrigeration and heat treatment of food products and raw materials in domestic conditions.

–The main scientific results: It is shown that the development of devices that combine the functions of refrigeration storage and heat treatment of food products, semi-finished products and agricultural raw materials can become a promising area for energy saving in household appliances. In such household combined appliances, the heat released during the implementation of the refrigeration cycle is not immediately removed to the

environment, but is transferred to a special heating chamber, while the temperature in the volume of

the heating chamber is maintained higher than the air temperature in the room. The effect of energy saving is achieved by expanding the functionality of household appliances without attracting additional energy costs.

The original designs of combined absorption-type household appliances are proposed, a description of their operation, advantages and disadvantages, and areas of application are given.

The area of practical use of the research results: In the course of experimental studies, it was shown that the introduction of an additional heating chamber into the structure of household absorption refrigerators, thermally connected with the lifting section by the dephlegmator of the absorption refrigeration unit, does not lead to an increase in energy consumption (according to the test results below than in the standard version by 5 %) and does not impair the performance of the cooling chambers.

The area of practical use of the research results: household energy-saving appliances.

Innovative technological product: the use of an evaporation-condensation cycle that provides highly efficient heat transfer at a distance of up to 1 meter from the heat dissipation zone of the refrigeration unit to the usable volume of the heating chamber of the household appliance.

Keywords: combined household appliances, refrigerating chamber, heating chamber, waste heat recovery of the refrigeration cycle, two-phase thermosyphons

Scientific advisor: Oleksandr Titlov

*Department of Oil and Gas Technologies, Engineering and Thermal Power Engineering
Odesa National University of Technology*

УДК 621.575.932:621.565.92

РОЗРОБКА ПОБУТОВИХ ПРИЛАДІВ КОМБІНОВАНОЇ ТЕРМІЧНОЇ ДІЇ

Дмитренко Д.В.

Одеський національний технологічний університет

Термодинамічний та ексергетичний аналіз циклу абсорбційно-дифузійного термотрансформатора (АДТ) показав практичну доцільність використання непридатного тепла з теплонавантажених елементів для підтримки температурного режиму додаткової теплової камери (ТК).

Така ТК дає змогу розширити функціональні можливості побутової енергетичної техніки без додаткових енерговитрат.

Утилізація теплоти можлива, наприклад, за допомогою вертикальних випарних термосифонів, зона випаровування яких знаходиться в тепловому зв'язку з теплонавантаженими елементами АДТ, а зона конденсації розташована в тепловій камері, яка встановлюється у верхній частині такого комбінованого побутового приладу, що поєднує функції холодильного зберігання та теплової обробки продуктів, напівфабрикатів та сільськогосподарської сировини.

Аналіз можливих варіантів застосування технологічних процесів у побутовому комбінованому приладі показав доцільність розробки двох основних типів ТК – повітряного типу та у вигляді ємності для рідини [1]. В останньому випадку ТК можуть використовуватися для підігріву води на господарські потреби та для теплової обробки харчових рідин (харчових розчинів, молока, соків, браги тощо).

Розроблено різні конструкції побутових комбінованих приладів абсорбційного типу, що відрізняються [2]:

а) способом передачі тепла від елементів АХА до ТК (безпосередній контакт дефлегматора і ТК [3], використання проміжних теплопередаючих пристроїв [4-6], у тому числі і з ефектом «осмосу» [7]);

б) розташуванням ТК у складі комбінованого побутового приладу (згори холодильної шафи [1-12] або в її нижній частині [13] або окремо від холодильної шафи);

в) конструктивним виконанням ТК (однокамерна [9-14], двокамерна [12], наявність діодних ДФТС [14]);

г) джерелом тепла для ТК і, відповідно, температурним рівнем в ТК (конденсатор [13], підйомна ділянка дефлегматора [1-14]).

Інформаційні джерела

1. Тітлов О.С. Розробка побутової абсорбційної холодильної техніки різного функціонального призначення з використанням сучасних технологій / О.С. Тітлов // Наукові праці Одеської державної академії харчових технологій. – 1997. – № 17. – С. 266-272.
2. Захаров М.Д. Розробка нових схем та дослідження елементів конструкцій апаратів для пер-винної термічної обробки та збереження харчових продуктів / М.Д. Захаров, О.С. Тітлов, Н.В. Рева, С.І. Лозовський, С.В. Вольневич, В.В. Завертаний // Наукові праці Одес. держ. акад. харч. технол. – 1995. – № 15. – С.119-127.
3. Тітлов О.С. Розробка побутової абсорбційної холодильної техніки різного функціонального призначення з використанням сучасних технологій / О.С. Тітлов // Наукові праці Одеської державної академії харчових технологій. – 1997. – № 17. – С. 266-272.
4. Тітлов О.С. Сучасні тенденції розвитку побутової абсорбційної холодильної техніки / О.С. Тітлов // Наукові праці Одеської державної академії харчових технологій. – 1998. – № 18. – С. 205-208.
5. Титлов А.С. Разработка бытовых аппаратов комбинированного термического воздействия / А.С. Титлов, О.Б. Васылив, Д.С. Тюхай // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. –1998. – № 5. – С. 37-38.
6. Титлов А.С. Разработка бытовых аппаратов комбинированного термического воздействия / А.С. Титлов, О.Б. Васылив, Д.С. Тюхай // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. –1998. – № 5. – С. 37-38.
7. Zakharov N.D., Titlov A.S., Vasylyiv O.B., Tyukhai D.S. Development of Energy-Saving Household Absorption Refrigeration Equipment // Non-Compression Refrigeration and Cooling, June 7-11, 1999, Odessa. –P.100-105.
- 8.Титлов А.С. Перспективы использования эффекта осмоса в холодильной технике / А.С. Титлов, С.В. Вольневич, О.Б. Васылив, В.Н. Халайджи // Холодильная техника и технология. – 2000. – № 69. – С. 24-32.
- 9.Титлов А.С. Перспективы использования эффекта осмоса в холодильной технике / А.С. Титлов, С.В. Вольневич, О.Б. Васылив, В.Н. Халайджи // Холодильная техника и технология. – 2000. – № 69. – С. 24-32.
- 10.Титлов А.С. Научно-технические основы энергосбережения при проектировании холодильных аппаратов с абсорбционно-диффузионными холодильными машинами . Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2006. – № 29. – Т. 1. – С. 194-200.
- 11.Титлов А.С. Разработка бытовых холодильных аппаратов с дополнительной нагревательной камерой / А.С. Титлов, С.В. Вольневич // Молочное дело. – 2006. – №11. – С.26-28. (№12). – С.26-28.
12. Тітлов О.С. Розробка малих холодильних апаратів для фермерських і селянських господарств, що працюють на поновлюваному джерелі енергії. Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2007. – № 7. – С. 53-58.
13. Титлов А.С. Современный уровень разработок и производства бытовых абсорбционных холодильных приборов. Холодильный бизнес. – 2007. – № 8. – С. 12-17; № 9. – С. 28-30; № 10. – С. 47-49 ; № 11. – С. 46-47.

*Науковий керівник: Тітлов О.С., д.т.н., проф.
Одеський національний технологічний університет*

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВОДІВ

Морозов О.А.

Одеський національний технологічний університет

На термодинамічну ефективність та дизельних агрегатів істотно впливає температура наддувного повітря. З її підвищенням на 10°C ефективний ККД зменшується приблизно на 0,5 % і, відповідно, зростає питома витрата палива.

Для зниження температури наддувного повітря пропонують використовувати одне і дво-триступінчасту тепловикористовуючу пароежекторну холодильну машину на низькокиплячому робочому тілі (R142b). Передбачається, що системи охолодження утилізують теплоту газів, що відходять продуктів згоряння.

До недоліків системи охолодження на базі пароежекторних систем можна віднести найнижчу енергетичну ефективність серед тепловикористовуючих систем охолодження та критичну залежність від зміни температур гріючого та охолоджуючого середовищ.

До аналогічного висновку дійшли й автори при порівнянні пароежекторного та абсорбційного холодильного циклу.

Якщо порівняти тепловикористовуючі холодильні машини абсорбційного типу, то водоаміачні системи (АВХМ) матимуть перевагу над бромистолітєвими (АБХМ) щодо діапазону температур охолодження. Так, мінімальні реальні температури охолодження в АВХМ не нижче 0°C , а як відзначають автори, зниження їх нижче 0°C теоретично можливе, але на практиці важко досягти.

Робочий діапазон АВХМ на нижній межі становить мінус $45\ldots$ мінус 25°C і ці системи, в першу чергу, можуть знайти застосування в системах попереднього охолодження перед стисненням газу в ГПА.

В даний час досвід або теоретичний аналіз застосування АВХМ і АБХМ у складі КС магістральних трубопроводів природного газу невідомий.

Метою мого дослідження є вивчення перспектив застосування технології попереднього охолодження технологічного природного газу перед стисненням у ДПА на базі тепловикористовуючих абсорбційних холодильних машин.

Для цього в першу чергу слід оцінити вплив температур технологічного газу на всмоктуванні на енерговитрати в ДПА.

Висновки:

1. Виконано аналіз методів зниження енерговитрат при транспортуванні природного газу магістральними трубопроводами.

2. Проведено розрахунок робочих параметрів ДПА та показано енергетичні та фінансові перспективи технології охолодження технологічного газу перед стисненням у ДПА КС.

Так для поточної економічної ситуації на ринку газу України добове зниження експлуатаційних витрат у типових магістральних газопроводах при зниженні температури газу перед стисненням у ДПА на 20 K становить від 1800 до $3360\$$.

3. Запропоновано схему утилізаційної установки на базі АВХМ, яка в діапазоні вихідних даних дозволяє знижувати температуру технологічного природного газу перед стисненням на $11\ldots 13^{\circ}\text{C}$.

Науковий керівник: Тітлов О.С., д.т.н., проф.
Одеський національний технологічний університет

УДК 621.575:621.165

ВИВЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ХОЛОДУ НА КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЯХ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВІДІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Фелонюк С.А.

Одеський національний технологічний університет

Газотранспортна система України складається із густої мережі газових комунікацій, що служать для подачі газу як внутрішнім споживачам, так і для транзиту блакитного палива до країн Західної Європи. Для транспортування природного газу сталевими магістралями на численних компресорних станціях встановлені потужні газоперекачувальні агрегати, енергоносієм для яких, в більшості випадків, є природний газ, що транспортується. Тому на привід перекачувальних агрегатів витрачається 0,5...1,5 % від обсягу газу, що транспортується. Енергетична ситуація, що склалася в Україні, потребує економного використання енергоносіїв. Тому проблема раціонального використання паливного газу на газових магістралях потребує детальних розрахунків параметрів роботи обладнання газотранспортних систем з метою оптимального прогнозування.

Основним керуючим елементом системи транспорту газу слід вважати компресорні станції (КС). Від режиму їх роботи та його зміни залежить переважно режим експлуатації всієї системи газопостачання. Крім того, компресорні станції на магістральному газопроводі є об'єктом значної енергоємності, внаслідок чого режим їхньої експлуатації визначає енерговитрати на транспорт газу.

Газотранспортна система України складається із густої мережі газових комунікацій, що служать для подачі газу як внутрішнім споживачам, так і для транзиту блакитного палива до країн Західної Європи. Для транспортування природного газу сталевими магістралями на численних компресорних станціях встановлені потужні газоперекачувальні агрегати, енергоносієм для яких, в більшості випадків, є природний газ, що транспортується. Тому на привід перекачувальних агрегатів витрачається 0,5...1,5 % від обсягу газу, що транспортується.

Енергетична ситуація, що склалася в Україні, потребує економного використання енергоносіїв. Тому проблема раціонального використання паливного газу на газових магістралях потребує детальних розрахунків параметрів роботи обладнання газотранспортних систем з метою оптимального прогнозування.

Основним керуючим елементом системи транспорту газу слід вважати компресорні станції (КС). Від режиму їх роботи та його зміни залежить переважно режим експлуатації всієї системи газопостачання. Крім того, компресорні станції на магістральному газопроводі є об'єктом значної енергоємності, внаслідок чого режим їхньої експлуатації визначає енерговитрати на транспорт газу.

Інформаційні джерела

1. Василів О.Б., Тітлов О.С., Сагала Т.А. Моделювання режимів транспортування природного газу магістральними газопроводами в умовах недовантаження. Нафтогазова енергетика. 2019. № 2(32). С. 35-42. DOI: 10.31471/1993-9868-2019-2(32)-35-42.
2. Тітлов, О., Бошкова, І., Дорошенко, В., Світлицький, В., Сагала, Т., & Морозов, О. (2021). Аналіз енергетичних перспектив охолодження природного газу в магістральних газопроводах за допомогою абсорбційних холодильних машин. Refrigeration Engineering and Technology, 57(3), 147-157. <https://doi.org/10.15673/ret.v57i3.2165>

*Науковий керівник: Тітлов О.С., д.т.н., проф.
Одеський національний технологічний університет*